P 260 c

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série C. Sciences de la Terre

TOME XVIII

FASCICULE UNIQUE

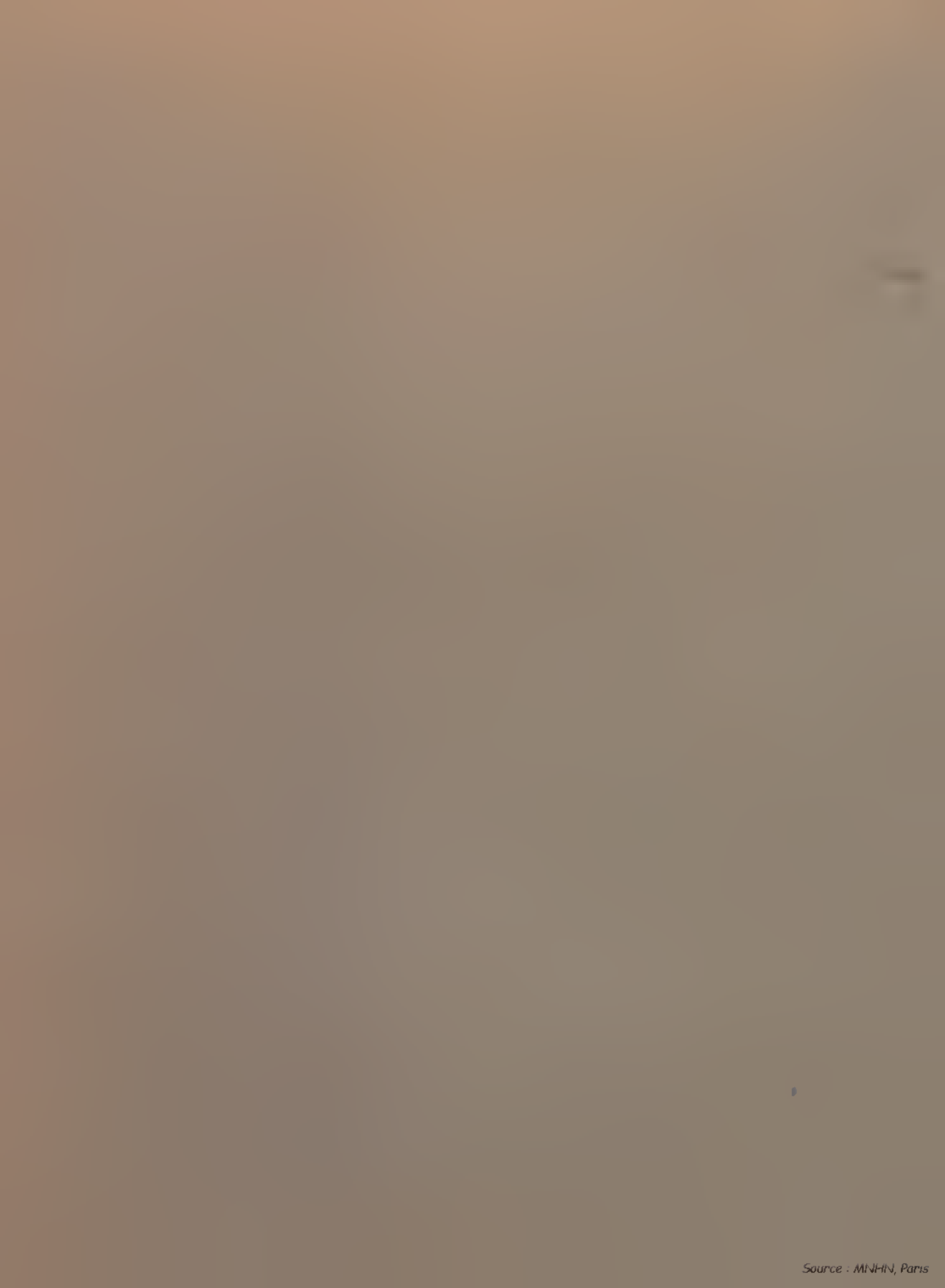
Christiane BLANC-LOUVEL

ÉTUDE ANATOMIQUE COMPARÉE DES TIGES ET DES PÉTIOLES D'UNE PTÉRIDOSPERMÉE DU CARBONIFÈRE DU GENRE *LYGINOPTERIS* POTONIÉ

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V•)
AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1966

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

La 260

MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série C, Sciences de la terre

TOME XVIII

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (Vᵉ)

AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1966

LABO. DE GÉOL. DU MUSÉUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Série C, Sciences de la Terre. Tome XVIII, fascicule unique.

ÉTUDE ANATOMIQUE COMPARÉE DES TIGES ET DES PÉTIOLES D'UNE PTÉRIDOSPERMÉE DU CARBONIFÈRE DU GENRE *LYGINOPTERIS* POTONIÉ

PAR

Christiane BLANC-LOUVEL
Docteur ès-Sciences

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
ABRÉVIATIONS UTILISÉES	7
CHAPITRE PREMIER. — **HISTORIQUE**	9
A. — Le genre *Lyginopteris* Potonié, 1899 (tiges et pétioles)	9
B. — Les genres *Rachiopteris* Williamson, 1874 et *Lyginorachis* Kidston, 1923 (pétioles)	12
CHAPITRE II. — **ÉTUDE DE LA TIGE DE *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ, 1899**	15
A. — Description générale	15
B. — Modifications anatomiques en rapport avec les différents niveaux de la tige	30
C. — Anastomoses des faisceaux périmédullaires	44
D. — Tiges jeunes	47
E. — Modes de ramification :	
I. — Bourgeons axillaires	49
II. — Ramifications axillaires	49
1° Ramifications de type I	50
2° Ramifications de type II	59
F. — Racines adventives	65

Source : MNHN, Paris

Pages

CHAPITRE III. — **ÉTUDE DES PÉTIOLES DE *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ, 1899** 67

A. — Pétioles des tiges principales 67

B. — Pétioles des rameaux axillaires :

1° de type 1 71
2° de type II 71

CHAPITRE IV. — **CARACTÈRES ÉCOLOGIQUES DE *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ, 1899** 73

CHAPITRE V. — **RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE. DIAGNOSE DE *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ, 1899** .. 75

CHAPITRE VI. — **ÉTUDE DES ESPÈCES POUVANT ÊTRE ASSIMILÉES A *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ, 1899** 77

A. — *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart, 1911 77
B. — *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes* Kubart, 1911 79
C. — *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart, 1908 81

CHAPITRE VII. — **ÉTUDE DE *LYGINOPTERIS CORSINI* NOV. SP.** 87

CHAPITRE VIII. — **ÉTUDE DE *LYGINOPTERIS KUBARTI* NOV. SP.** 93

CHAPITRE IX. — **ÉTUDE DE *LYGINOPTERIS* SP.** 97

CONCLUSIONS GÉNÉRALES 98

BIBLIOGRAPHIE 100

PLANCHES 105

Source : MNHN, Paris

INTRODUCTION

Les observations anatomiques, relatives aux tiges et aux pétioles d'une Ptéridospermophyte *(Lyginodendrales)*, appartenant au genre *Lyginopteris* Potonié, qui font l'objet de ce travail, ont pu être effectuées à partir d'un matériel présenté sous forme de lames minces et dispersé dans les collections de plusieurs Universités ou Instituts européens : Angleterre, Allemagne, Autriche et France.

Ce matériel provient de « coal-balls », c'est-à-dire de nodules dolomitiques trouvés, pour la majorité, en Grande Bretagne et en Bohême. Formées au sein même de certaines couches de houille, ces concrétions emprisonnent de nombreux restes végétaux dont la structure est parfaitement conservée. Des lames minces et des « Peels sections » pratiquées dans ces coal-balls ont permis un examen microscopique et, par suite, une étude de ces restes.

La comparaison des sections horizontales et verticales, obtenues par ces méthodes, des organes rapportés au genre *Lyginopteris*, nous a conduits, dans une première étape, à mettre l'accent sur les variations anatomiques afférentes à leurs tissus : vasculaire, de soutien et parenchymateux. La seconde étape a consisté en une tentative d'explication des structures, en tenant compte du fait qu'en plus des changements anatomiques spécifiques s'ajoutent ceux qui sont inhérents à la partie de la plante considérée (c'est-à-dire les variations dans un même individu).

Sans que les dimensions de celle-ci soient énormes (le diamètre de la tige ne dépasse pas 4 cm), elles demeurent cependant assez importantes pour que les modifications qui interviennent dans ses portions successives ne puissent être saisies d'un seul bloc, compte tenu de la taille relativement faible des fragments fossilisés. Toutefois, par recoupement, grâce à l'existence de plusieurs lots de coupes sériées, des corrélations structurales pourront être envisagées. Dans certains cas, nous avons eu la satisfaction de retrouver, dans des établissements distincts, des lames minces à propos desquelles il est possible de déduire qu'elles ont été prélevées dans un même nodule et d'affirmer que la section de tige ou de pétiole qu'elles renferment appartient à un même spécimen. En effet, dans chacune de ces lames se remarque une similitude dans l'association, la disposition, les dimensions, les déformations des diverses espèces de végétaux rencontrés, les rendant superposables d'une lame à l'autre. Cette dissémination du matériel n'a rien de surprenant, si l'on sait que vers 1890, J. Lomax confectionnait une grande quantité de lames minces, puis les vendait aux divers établissements scientifiques.

A partir de ces documents fossiles, nous essayerons de faire revivre la plante dans son milieu et de la reconstituer dans son ensemble, en nous attachant essentiellement à l'aspect anatomique, tout en tâchant de voir si les résultats corroborent les données morphologiques et les connaissances acquises par les auteurs jusqu'alors.

J'exprime toute ma gratitude à M. le Professeur P. Pruvost, membre de l'Institut, qui m'a accueillie dans son laboratoire et a grandement facilité le présent travail en donnant toujours satisfaction à mes requêtes.

Source : MNHN, Paris

Que M. P. Corsin, Professeur de Paléobotanique à l'Université de Lille, membre correspondant de l'Institut, soit assuré de ma profonde reconnaissance, tout d'abord pour m'avoir confié ce sujet de thèse, puis prodigué ses conseils avec beaucoup de patience tout au long de mes années de recherches.

Je remercie très vivement M. J.-P. Lehman, Professeur au Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, qui m'a autorisée à recevoir l'aide des dessinatrices de son service.

Ma reconnaissance va également à M. D. Laurentiaux, Professeur à l'Université de Reims, qui m'a initiée à la Paléobotanique. Je tiens expressément à remercier MM. les Professeurs des Facultés étrangères qui m'ont toujours réservé un accueil très chaleureux en mettant à ma disposition leurs collections et les moyens de photographier les échantillons utiles : M. le Professeur J. Walton de l'Université de Glasgow ; M. le Professeur W. G. Chaloner, de l'University College de Londres ; M. le Professeur K. L. Alvin, de l'Imperial College de Londres ; MM. les Professeurs F. Widder et W. Rössler, de l'Université de Graz ; M. le Professeur K. Patteisky, de l'École des Mines de Bochum ; M. le Professeur W. Zimmerman, de l'Université de Tübingen ; M. le Professeur W. Rémy, de l'Université de Berlin ; M^{mes} les Professeurs S. Leclercq, de l'Université de Liège, et M. Teichmuller, de l'Institut géologique de Krefeld ; M. et M^{me} F. Stockmans, de l'Université de Bruxelles, ainsi que M. le Conservateur des Collections F. M. Wonnacott, du British Museum de Londres, et la Direction du Geologische Büro d'Heerlen.

Le concours : des photographes MM. A. Leblanc de l'Université de Lille, et J. Leriche, du laboratoire de Géologie de la Sorbonne, des dessinatrices M^{lles} S. Balkanyi, S. Vrain et J. Crapart, du Museum National d'Histoire Naturelle ; des confectionneurs de lames minces MM. N. Obolensky et S. Arbusof, m'a été très précieux. Je leur adresse mes remerciements les plus vifs.

Je ne saurais trop remercier MM. les Professeurs de l'université de Lille : M. P. Corsin, M. G. Waterlot, M. A. Bonte et M^{me} P. Danzé-Corsin, qui m'ont fait l'honneur d'accepter de constituer mon jury de thèse.

Source : MNHN, Paris

ABRÉVIATIONS UTILISÉES

Les abréviations ci-dessous sont utilisées dans le texte et les planches.

(+ 5); (+ 4); (+ 3); (+ 2) (+ 1); (0); (— 1) (— 2) – Numérotation des faisceaux sortants par ordre d'émission hors de la tige.

(+ 5 A); (+ 4 A) – Faisceau sortant (+ 5); (+ 4) du rameau axillaire de « type I ».

$(+ 5)^{A}$; $(+ 4)^{A}$ Faisceau sortant (+ 5); (+ 4) du rameau axillaire de « type II ».

(a V^{o}) – Faisceau anastomosique issu du faisceau sortant (0) du groupe ligneux V.

B. a. – Bourgeon axillaire.

B^{1} – Bois primaire.

B^{2} – Bois secondaire.

B^{1} (B. a.) – Bois primaire du bourgeon axillaire.

B^{2} (B. a.) – Bois secondaire du bourgeon axillaire.

B. a. – Bourgeon axillaire.

B. e. – Bord externe du faisceau ou du pétiole.

B. i. – Bord interne du faisceau.

B. inf. – Bord inférieur du pétiole.

B. lat. – Bord latéral du pétiole.

B. p. – Bandes parenchymateuses du dictyoxylon cortex.

B. s. – Bandes scléreuses.

B. sup. – Bord supérieur du pétiole.

C. – Cambium.

(Caul. I); (Caul. II) – Caulinaire du groupe ligneux I, II.

C. c. – Champs de croisement.

C. d. – Couche dictyoxylée.

C. e. – Cellules aux parois épaissies.

C. m. s. – Cellules à massif sécréteur.

C. p. – Cellules parenchymateuses.

C. s. – Cellule sécrétrice.

C. scl. – Cellule scléreuse.

C. s. (B. a) – Cellule sécrétrice du bourgeon axillaire.

C. scl. (B. a) – Cellule scléreuse du bourgeon axillaire.

E. – Écorce.

E^{2} – Écorce secondaire.

E. (B. a) – Écorce du bourgeon axillaire.

E. e. – Écorce externe ou dictyoxylon cortex.

E. g. – Épiderme glanduleux.

E. i. – Écorce interne.

E. m. – Écorce moyenne.

F. a. – Faisceau anastomosique.

F. p. – Faisceau principal du pétiole.

F. sup. – Face supérieure du pétiole.

F. sc. – Fibres sclérenchymateuses.

F. l. l. – Faisceau libéro-ligneux.

Source : MNHN, Paris

G. L. I, G. L. II	– Groupe ligneux I, II.
Gr.	– Grossissement.
G. s.	– Glande sécrétrice.
Lac.	– Lacune.
$L.^1$	– Liber primaire.
$L.^2$	– Liber secondaire.
L. m.	– Lame mince.
M.	– Moelle.
l. t.	– leaf trace (= trace foliaire).
M. (B. a)	– Moelle du bourgeon axillaire.
(M) A	– Moelle du rameau axillaire.
M. s.	– Massif sécréteur.
Mx cge	– Métaxylème centrifuge.
Mx cte	– Métaxylème centripète.
N. s.	– Nid scléreux.
N. s. (B. a)	– Nid scléreux du bourgeon axillaire.
P.	– Périderme.
P. a.	– Ponctuation aréolée.
P. a. c.	– Ponctuation aréolée des champs de croisement.
P 1; P 2	– Pétiole primaire; secondaire.
P. 2 (a) = r 2 (a)	– Pétiole secondaire alterne.
P. 2 (S. o) = r 2 (S. o)	– Pétiole secondaire subopposé.
Pét.	– Pétiole.
P. f.	– Parenchyme fondamental.
P. i.	– Parenchyme lacuneux.
P. p. = 1 p.	– Plage parenchymateuse.
Pin.	– Pinnule.
P. pa	– Parenchyme palissadique.
P. pr.	– Pétiole principal.
P. S.	– Ponctuation simple.
Px.	– Protoxylème.
r 1	– Rachis primaire.
r 2 (a)	– Rachis secondaire alterne.
r 2 (S. o)	– Rachis secondaire subopposé.
r 3	– Rachis tertiaire.
R. a.	– Rameau axillaire.
R 1 ($+^5$)	– Rameau axillaire de « type II » et de premier ordre issu dans l'axe de symétrie du faisceau sortant (+5) de la tige mère.
R 2 ($+^5$)	– Rameau axillaire de « type II » et de deuxième ordre issu dans l'axe du faisceau sortant (+ 5) du rameau axillaire de premier ordre.
R. (0) V.	– Racine adventive issue dans l'axe de symétrie du faisceau méduliaire sortant (0) du groupe ligneux V.
R. V.	– Racine adventive émise au niveau du groupe ligneux V.
R. p.	– Rayon parenchymateux.
R. pr. = (P. pr)	– Rachis principal.
T.	– Tige.
T. f.	– Trace foliaire.
T. m.	– Tige mère.
T. p.	– Tige principale.
Tr^1	– Trachéides primaires.
Tr^2	– Trachéides secondaires.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

A. — LE GENRE *LYGINOPTERIS* POTONIÉ. 1899 (tiges et pétioles)

I. — Définition du genre

En Paléobotanique, il est très rare que le végétal complet soit conservé. Sa reconstitution à partir d'organes dispersés est donc des plus délicates. Avant de pouvoir raccorder ces organes isolés à leur plante respective, des noms génériques de forme ou d'organe leur ont été attribués. Lorsque des découvertes ultérieures ont montré les relations étroites qui existaient entre certains d'entre eux, une seule et même plante s'est trouvée désignée par plusieurs dénominations génériques distinctes. C'est le cas de la plante qui nous intéresse ici et pour laquelle les désignations diverses sont consignées ci-après :

Racine (structure)	=	*Kaloxylon* Williamson, 1876.
Tige (structure)	=	*Lyginopteris* Potonié, 1899.
Pétiole (structure)	=	*Rachiopteris* Williamson, 1874.
Fronde stérile (empreinte)	=	*Sphenopteris* Brongniart, 1822.
Fructifications (structure et empreinte):		
Femelle	=	*Lagenostoma* Williamson, 1877.
Mâle	=	?

Ainsi le genre *Lyginopteris* Potonié s'applique à un organe en structure conservée, en l'occurrence la tige d'une plante classée parmi les Ptéridospermophytes, dans l'ordre des Lyginodendrales. Nous étendrons cette appellation générique aux pétioles, dans le cas où ceux-ci pourront avec certitude être rattachés à la tige du type *Lyginopteris*, afin de mettre en évidence les rapports étroits entre les deux organes et d'éviter, en utilisant le terme *Rachiopteris*, toute confusion avec les fougères pour lesquelles il fut également employé. Si les preuves de leur assimilation au genre *Lyginopteris* ne sont pas suffisantes, tout en offrant des caractères qui les en rapprochent, nous les inclurons dans le genre *Lyginorachis* Kidston, créé à cet usage en 1923.

Ce problème de nomenclature se pose, du fait que dans l'état actuel de nos connaissances, les fructifications mâles demeurent inconnues. Un nom ayant une valeur linnéenne botanique ne pourra lui être attribué que lorsque tous les organes, sans exception, auront été identifiés. Dans certains

Source : MNHN, Paris

ouvrages, les fructifications mâles sont rapportées au genre *Calymmatotheca* Stur, 1877, et *Crossotheca* Zeiller, 1883, mais leur appartenance à une plante à structure lyginoptéridienne est très controversée. La tendance actuelle [*34*] est de considérer *Calymmatotheca* comme une fructification mâle de Ptéridospermophytes sans qu'il soit possible, d'après la morphologie des frondes qui l'accompagnent, de la rattacher à un genre précis. Quant au genre *Crossotheca*, certains, tels L. Emberger [*38*], C. A. Arnold [*7*] le placent dans les Ptéridospermées, tandis que d'autres : W. Jongmans [*53*], J. Danzé [*34*] en font une famille spéciale : les Crossothécacées, parmi les Ptéridophytes.

II. — Synonymie du genre *Lyginopteris* Potonié d'après les auteurs

Dadoxylon pars. Endlicher, 1866.
Dictyoxylon pars. Brongniart, 1828.
Lyginodendron Gourlie, 1844.
Lyginopteris Potonié, 1899.

En 1866, E. W. Binney [*11*] décrit brièvement des restes de tiges en provenance des Lower coal Measures du Lancashire. En se basant sur la structure du bois secondaire (ponctuations aréolées plurisériées des trachéides), il les réunit dans le genre *Dadoxylon* Endlicher.

W. C. Williamson en 1869 [*94*] réétudia ce même matériel. Il nota l'aspect réticulé caractéristique de l'écorce externe, pour laquelle A. Brongniart avait institué, en 1828, le genre *Dictyoxylon* et substitua ce dernier terme à celui de *Dadoxylon* dans l'espèce décrite par E. W. Binney : *Dadoxylon oldhamium*.

En 1872, W. Carruthers [*24*] fit remarquer à W. C. Williamson l'existence d'empreintes présentant cette apparence réticulée et déjà rassemblées par W. Gourlie [*46*], en 1844, sous le nom de *Lyginodendron*. W. C. Williamson reconnut l'identité des deux aspects d'un même tissu : l'un *Dictyoxylon* correspondait à l'écorce réticulée d'une tige coupée transversalement, l'autre *Lyginodendron*, à cette même écorce sectionnée longitudinalement. En 1873, W. C. Williamson [*96*] admit pour toutes ces formes le terme générique *Lyginodendron* Gourlie.

H. Potonié [*77*] trouva que cette écorce réticulée, sur laquelle était fondée la détermination générique *Lyginodendron* Gourlie, n'avait aucune valeur systématique, car elle caractérisait également des plantes fort éloignées des types originels de Binney. En s'appuyant sur le fait que son feuillage rappelait certaines fougères (Pteris), il préféra, en 1899, la dénommer *Lyginopteris*.

En réalité la désinence choisie par H. Potonié n'a guère une signification plus restreinte puisque *Pteris* se retrouve également dans les termes qui désignent deux groupes très vastes dans le règne végétal : les Ptéridospermophytes et les Ptéridophytes. Si l'on veut appliquer rigoureusement les règles de la systématique, la validité du genre *Lyginopteris*, dont la création est postérieure à celle de *Lyginodendron*, est très discutable. D'ailleurs, en vertu des règles strictes de la nomenclature, c'est le genre *Dictyoxylon* Brongniart, le plus ancien, qui devrait seul être retenu. Toutefois, dans tous les traités, les auteurs ont adopté de préférence le genre créé par H. Potonié. Ceci nous a incités, à la faveur de cette acceptation générale, à le conserver également dans le présent travail.

III. — Contenu spécifique

Dans la littérature, se rencontrent de nombreuses espèces rapportées au genre *Lyginodendron* Gourlie ou *Lyginopteris* Potonié. Nous ne retiendrons que celles dont l'anatomie est, sinon tout entière, du moins partiellement connue et nous laisserons de côté celles, caractérisées uniquement morphologiquement : empreintes corticales (voir W. Gourlie [*46*]) ou foliaires (voir K. Patteisky [*73*]).

Source : MNHN, Paris

1° *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, 1899.

C'est l'espèce la mieux connue et celle qui a servi à définir le genre. La synonymie a donc suivi l'évolution synonymique du genre :

Dadoxylon oldhamium Binney, 1866.
Dictyoxylon oldhamium (Binney) Williamson, 1869.
Lyginodendron oldhamium (Binney) Williamson, 1873.
Lyginopteris oldhamia (Binney) Potonié, 1899.

Elle s'applique initialement au matériel récolté par E. W. Binney dans les couches « Lower Coal Measures » du Lancashire de la contrée d'Oldham, identifié par lui, en 1866, comme *Dadoxylon oldhamium*.

Une description anatomique plus approfondie des échantillons collectionnés par E. W. Binney sera faite par W. C. Williamson [*96*] qui remplacera (pour des raisons exposées à propos du genre (p. 10) successivement dans l'espèce de E. W. Binney, le terme *Dadoxylon* par celui de *Dictyoxylon*, en 1869, puis de *Lyginodendron*, en 1873.

Pour tous les végétaux présentant les caractères anatomiques de *Lyginodendron oldhamium* (Binney) Williamson, en 1899, H. Potonié proposera l'appellation actuellement admise de *Lyginopteris oldhamia*.

C'est W. C. Williamson [*96*] qui a donné, en 1873, puis, en 1895, en collaboration avec D. H. Scott [*100*] la première description anatomique relativement complète des divers organes de la plante. H. Potonié, en 1899, change seulement la désinence générique dans l'espèce de W. C. Williamson de 1873. Par la suite, dans son chapitre réservé à *Lyginopteris oldhamia* et datant de 1906 [*78*], il reprend la plupart du temps les figurations de W. C. Williamson.

En 1902, J. Lomax [*65*] signale l'existence d'un axe principal, porteur de rameaux primaires, secondaires et tertiaires.

A ce sujet W. Brenchley [*16*] discerne des changements phyllotaxiques, d'une part dans la tige mère en voie de ramification, d'autre part dans la ramification elle-même. D'après ses observations, au cycle phyllotaxique normal de 2/5 se substituerait un cycle de 1/5 dans la tige mère désorganisée, de 2/6 dans la ramification de premier ordre et de 2/7 dans la ramification de deuxième ordre. Ses idées sont reprises et concrétisées dans un schéma [*83*] par D. H. Scott (p. 39), en 1923.

Dans son ouvrage [*83*], D. H. Scott (p. 39) propose un diagramme relatif à la course du bois primaire, dans une tige dont la phyllotaxie est de 2/5. Pour lui, les faisceaux caulinaires qui demeurent à la périphérie de la moelle se dirigent verticalement.

M. Hirmer [*51*], dix ans plus tard, en 1933, affirme, à l'encontre de l'opinion de D. H. Scott, que l'angle de divergence est de 137° 30′ 20″, ce qui implique un cycle phyllotaxique différent de 2/5 et, en conséquence, un trajet oblique des faisceaux caulinaires.

Il semble que W. Zimmerman [*102*], en 1959 (fig. 190 B) soit, comme M. Hirmer, en faveur d'une obliquité de ces faisceaux.

Nous aurons à revenir sur ces opinions diverses concernant la course du bois primaire et le mode de ramification d'une tige.

2° *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart, 1908.

Cette espèce inaugure une série créée par B. Kubart à partir de nodules récoltés par D. Stur en 1885, dans les bassins houillers austro-hongrois : veine à coke (Kokflöz) de la couche d'Ostrau-Karwiner.

La plupart de ces espèces sont imparfaitement et très succinctement décrites, car l'auteur envisageait de les regrouper dans un mémoire détaillé, lorsque la guerre survint, le contraignant à abandonner ses recherches. La mort l'a frappé sans qu'il ait pu mener à bien son travail.

Source : MNHN, Paris

fl donne en 1908 [*57*] une brève description de coupes transversales sériées. Il figure l'une d'elles (pl. 1, fig. 2) et la rapporte au genre *Lyginodendron* Gourlie. Elle se distingue de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié par le fait, dit-il, qu'elle ne comporte que trois traces foliaires et ne possède donc pas la phyllotaxie 2/5.

Ce n'est qu'en 1911 [*59*], en donnant (pl. II, fig. 1 de son travail) les détails d'une trace foliaire et d'une portion de bois secondaire extraites d'une coupe transversale de cette même série, qu'il créera l'espèce : *Lyginodendron austriacum.*

3° *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart, 1911.

Dans la même année 1911 [*59*], B. Kubart différencie de l'espèce précédente, une tige sectionnée transversalement (pl. II, fig. 3 de sa publication) qu'il dénomme, en raison de son écorce lacuneuse ; *Lyginodendron lacunosum.*

En 1914 [*60*], il publie la coupe transversale (pl. II, fig. 6) d'une tige d'un autre spécimen et précise que la phyllotaxie est du type 2/5 et la moelle dépourvue de nids scléreux.

4° *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes* Kubart, 1911.

Pour B. Kubart [*60*], cette espèce est importante car elle marque, du point de vue évolutif, une transition entre les deux genres *Heterangium* et *Lyginopteris (= Lyginodendron)*, du fait de l'existence de quelques trachéides dans le parenchyme médullaire central d'une tige. Il présente plusieurs coupes tranversales : tout d'abord, en 1911 [*59*], (p. 702), puis en 1914 [*60*] (pl. II, fig. 5) et enfin, en 1931 [*61*] (pl. I, fig. 1).

5° *Lyginopteris (= Lyginodendron) tristichum* Kubart, 1914.

L'auteur n'a donné aucune figuration de cette espèce. Des quelques lignes qui s'y rapportent [*60*] (p. 5), il ressort qu'elle établit, avec d'autres espèces non mentionnées, un groupe dont les tiges, pourvues de trois traces foliaires ou plus, sont essentiellement caractérisées par l'anastomose et l'aplatissement de leurs faisceaux circum-médullaires.

Faute d'une description plus précise, aucun échantillon n'a pu être rapporté à cette espèce. Celle-ci n'a pas été prise en considération dans notre travail.

B. — LES GENRES *RACHIOPTERIS* WILLIAMSON, 1874 ET *LYGINORACHIS* KIDSTON 1923 (pétioles)

I. — Le genre *Rachiopteris* Williamson, 1874

Le genre *Rachiopteris* a été institué par W. C. Williamson [*97*] en 1874 pour des rachis s'apparentant structuralement à ceux des fougères. Lorsque leur appartenance aux tiges de *Lyginopteris* fut démontrée, les paléobotanistes abandonnèrent le terme *Rachiopteris* au profit de *Lyginopteris.*

II. — Le genre *Lyginorachis* Kidston 1923 et ses différentes espèces

R. Kidston créa en 1923 le genre *Lyginorachis* pour grouper des pétioles dont la structure rappelle celle des *Lyginopteris*, sans pouvoir y être assimilés avec certitude.

Plusieurs espèces entrent dans la compréhension du genre.

Source : MNHN, Paris

1° *Lyginorachis papilio* Kidston, 1923.

Ce pétiole a été trouvé par R. KIDSTON [*55*] dans le Groupe des « Cement stones » des « Calciferous sandstones » de Tweed à Norbam Bridge.

Il diffère de ceux de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, par la configuration en « U » de son faisceau vasculaire, coupé transversalement, et par le nombre plus élevé (dix) de pointements de protoxylème. En coupe longitudinale, R. KIDSTON note également une proportion moindre de trachéides scalariformes.

2° *Lyginorachis taitiana* Kidston et Crookall, 1931.

Une première description de cette espèce fut donnée par R. CROOKALL [*32*] en 1931, d'après le matériel collectionné par R. KIDSTON, en provenance des Auldton Limestones (Carboniferous Limestone series) de Lanarkshire, près de Lesmahagow.

Selon lui, les caractères spécifiques sont : la position opposée des rachis émis par le pétiole principal, l'absence de nids scléreux dans le parenchyme fondamental et la forme en « U » du faisceau vasculaire, sur le bord convexe duquel se répartissent les pointements de protoxylème.

M. G. CALDER [*19*], en 1934-35, dans une redescription de l'espèce, montre que les rachis ne sont pas opposés mais sub-opposés.

3° *Lyginorachis waltoni* Calder, 1934-35.

L'espèce est dédiée au Professeur J. WALTON, qui a découvert ces pétioles dans les « Calciferous sandstones » prés d'Arran.

Là encore, le contour du faisceau vasculaire épouse la forme d'un « U », mais en plus, le bord convexe est jalonné d'indentations profondes dont les extrémités sont pourvues d'un ou deux pointements de protoxylème.

Une division dichotomique a été observée dans un petit rachis.

Les traces vasculaires, destinées à innerver les rachis d'ordre supérieur, sont émises sur le bord extra-marginal des extrémités du faisceau vasculaire.

4° *Lyginorachis browni* Calder, 1934-35.

Un seul spécimen a été récolté par R. BROWN, dans les « Calciferous sandstones » de Dumbortonshire.

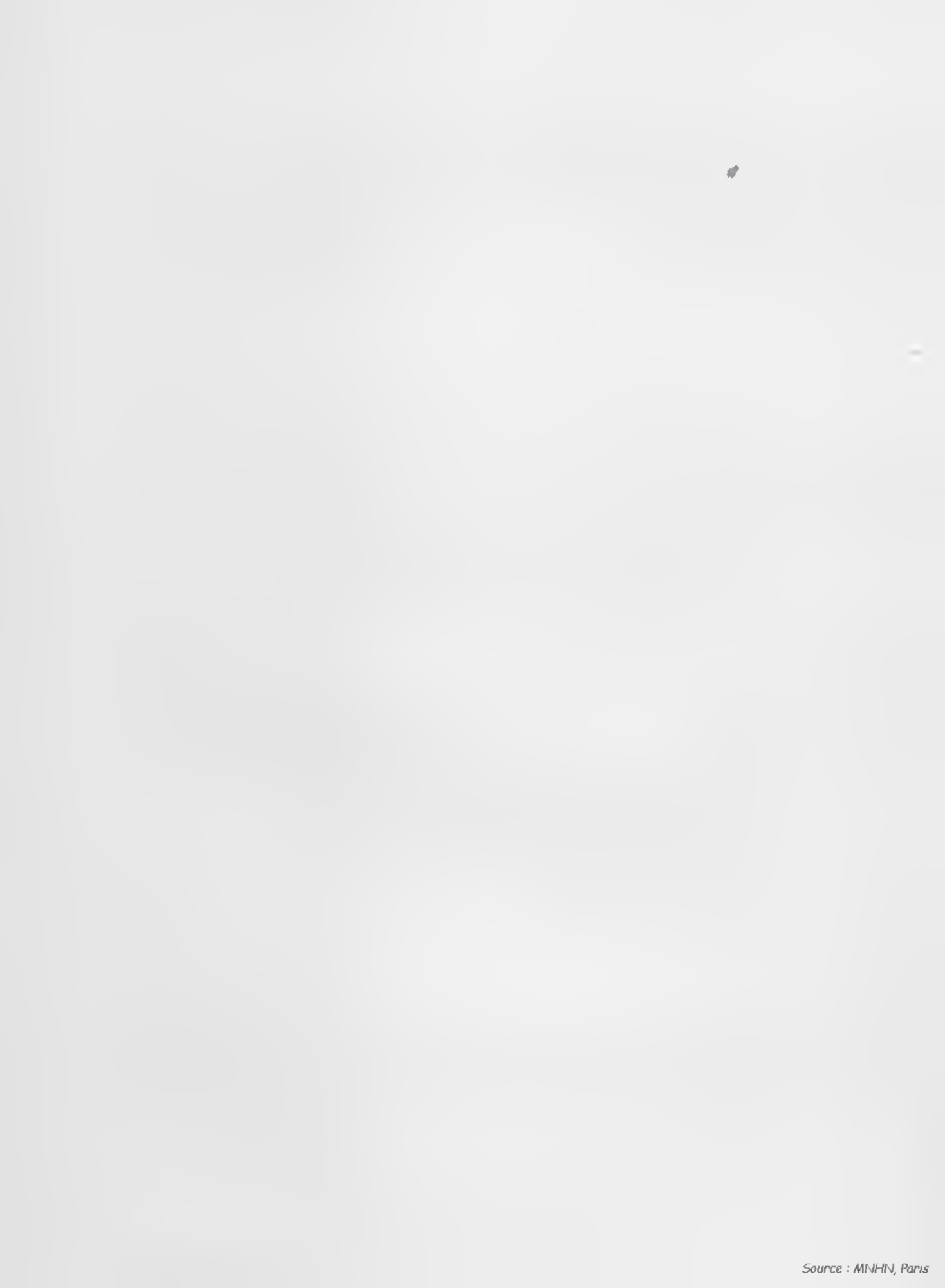
Il est très voisin du précédent. Les indentations du faisceau vasculaire, en « U », sont ici plus arrondies.

5° *Lyginorachis trinervis* Calder, 1934-35.

L'échantillon extrait d'un nodule trouvé dans les « Calciferous sandstones » près de Loch Humphrey est à l'origine de l'espèce.

Cette dernière se différencie de toutes les autres par la tripartition de son faisceau vasculaire et la façon qui lui est propre d'isoler du faisceau principal les portions de bois primaire, destinées aux rachis d'ordre supérieur.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

CHAPITRE II

ÉTUDE DE LA TIGE DE *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ, 1899

A. — DESCRIPTION GÉNÉRALE

Il semble nécessaire, pour faciliter la compréhension ultérieure du texte, de décrire brièvement l'organisation structurale d'une tige et de définir par la même occasion certains termes employés au cours de l'exposé (*). Nous nous référerons à cet effet à la section transversale (n° 283, pl. 53, fig. 1) pratiquée dans la région, presque sommitale, de la tige.

En ce qui concerne le système ligneux primaire, elle représente un type beaucoup plus simple que celui figuré dans le traité de A. C. Seward [*85*] (p. 41, fig. 403). Le contour circulaire et l'intégrité des tissus sont mieux conservés que sur la figure présentée par D. H. Scott [*83*] (p. 23, fig. 11).

Comme toutes les espèces appartenant au genre *Lyginopteris* Potonié, la tige a une symétrie radiale, elle est monostélique. Le diamètre mesure 11 mm.

De l'extérieur vers le centre de l'organe, se rencontrent plusieurs tissus, disposés en zones concentriques, que nous étudierons successivement : une zone épidermique glanduleuse, une zone corticale, une zone libéro-ligneuse secondaire et une zone médullaire centrale. L'ensemble est traversé par des cordons ligneux primaires.

I. — Épiderme glanduleux (E. g.)

Une assise de cellules aux parois épaissies (cutinisées), protège l'écorce de la tige et contourne les diverticules appelés glandes sécrétrices, (G. s.) (pouvant atteindre jusqu'à 3 mm de long) émises au niveau des portions parenchymateuses de l'écorce externe. Leur présence, sur des organes isolés, est un des principaux critères d'identification de l'espèce. Coupées longitudinalement, elles ont l'aspect d'un doigt de gant à l'extrémité duquel se groupent en une masse arrondie de petites cellules parenchymateuses, à fonction sécrétrice (pl. 53, fig. 3).

Ces émergences épidermiques évoquent les poils à tête pluricellulaire du chanvre, voir D. Bach [*8*] (p. 128, fig. 86).

(*) L'explication des abréviations utilisées dans le texte et les planches est indiquée p. 7.

Source : MNHN, Paris

II. — Écorce (E.)

1° Écorce primaire :

a) Écorce externe ou « dictyoxylon cortex » (E. e).

La couche la plus externe de l'écorce a une épaisseur de 1,5 mm. Sa structure est hétérogène : alternance de bandes (de 330 µ) de cellules sclérifiées (F. sc.) (pl. 2, fig. A et C), allongées dans le sens de l'axe de la tige (pl. 2, fig. B), et de cellules parenchymateuses (660 µ), dont le plus grand axe est généralement perpendiculaire à celui des précédentes (pl. 1, fig. A et B ; pl. 53, fig. 2 ; pl. 54, fig. 2 et 4).

Les figures 2 et 4 de la planche 54 montrent que les bandes scléreuses (B. s) brunâtres s'anastomosent en un véritable réseau, conduisant W.C. Williamson [*94*] à dénommer toute la partie externe de l'écorce : *Dictyoxylon* Brongniart (Diktuon signifie en grec réseau).

A l'intérieur des mailles parenchymateuses (B. p.), se dispersent çà et là deux sortes de cellules aux parois épaissies (pl. 54, fig. 4) :

— les unes englobent à leur intérieur un massif de petits éléments cellulaires polygonaux, comparables à ceux qui coiffent l'extrémité des glandes sécrétrices épidermales. D. H. Scott [*83*] (pl. 29, fig. 16) leur a donné le nom de sac sécréteur. D'après E. Boureau [*13*] (tome 1, p. 136), les termes de sac ou poche sont réservés au cas où les produits de sécrétion sont déversés dans un espace intercellulaire, une cavité. Pour plus de rigueur, nous les désignerons par « cellules à massif sécréteur » (C. m. s.) (voir pl. 2, fig. F et pl. 56, fig. 2) ;

— les autres sont de simples cellules sécrétrices isolées (C. s.), contenant dans leur lumière une sécrétion brunâtre, très probablement tannifère (pl. 2, fig. E).

b) Écorce moyenne (E. m).

Le tissu sous-jacent au dictyoxylon cortex, ou écorce moyenne (pl. 53, fig. 2) occupe un espace important dans toute l'écorce. Il n'y paraît pas toujours ainsi, car il est souvent détérioré ou rétracté à cause de sa très grande fragilité.

Pour tous les auteurs, il s'agit, chez *Lyginopteris oldhamia*, d'un simple parenchyme, non lacuneux. Or la structure lacunaire du tissu cortical est parfaitement évidente sur la planche 55. Le dessin planche 2, figure D, met en relief la disposition observée des cellules autour de la lacune (lac.). Elle est identique à celle du tissu lacuneux d'une tige fossile de *Palmoxylon ligerinum* Crié, par exemple.

Sur la planche 2, figure D, et la planche 55, fig. 4, des cellules polygonales ou circulaires (C. scl.), isodiamétriques (61 µ), aux parois lignifiées très épaisses (20 µ), contrastant avec le tissu parenchymateux par leur couleur très foncée, s'intercalent entre les membranes mitoyennes de deux cellules parenchymateuses (C. p.). Fréquemment, la lumière, plus ou moins grande (9 µ à 25 µ) (pl. 2, fig. D) de ces éléments, est obstruée par un corpuscule tannique. Ce sont des cellules scléreuses telles que les a définies E. Boureau [*13*] (tome 1, p. 104).

A la cellule scléreuse se substitue très souvent une cellule sécrétrice (C. s.), (pl. 55, fig. 4, pl. 2, fig. D et E), à lumière plus importante complètement remplie de tannins, aux parois épaissies (8 µ) mais non lignifiées.

L'aspect lacuneux que revêt cette portion de l'écorce sur certains échantillons étudiés par B.Kubart est à l'origine de la création de son espèce nouvelle : *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart.

En réalité, cette discrimination n'a aucune valeur spécifique puisque l'écorce moyenne d'une tige de *Lyginopteris oldhamia* est également constituée d'un parenchyme lacuneux (voir pl. 55, fig. 1 à 4). Si ce caractère n'apparaît qu'exceptionnellement, cela provient de ce que les espaces

Source : MNHN, Paris

libres ménagés entre les cellules se sont trouvés réduits par compression mécanique et que bien souvent les membranes cellulaires ont été partiellement détruites. Le tout a engendré l'erreur fréquente qui consiste à confondre le vide intercellulaire avec la simple cavité d'une cellule parenchymateuse.

c) Écorce interne (E. i.).

L'écorce interne se compose d'un parenchyme fondamental, non lacuneux (pl. 53, fig. 1 ; pl. 56, fig. 1). Les cellules accroissent leur taille (61 μ à 200 μ) au fur et à mesure qu'elles se rapprochent du cylindre central (pl. 2, fig. G, H, I).

Au sein de ce parenchyme se dispersent trois sortes de cellules :

— des cellules sécrétrices (C. s.) (pl. 2, fig. I), très nombreuses, isolées ou rassemblées autour des nids scléreux ;

— des cellules à massif sécréteur (C. m. s.) (pl. 2, fig. F) absolument semblables à celles qui se rencontrent dans les mailles parenchymateuses du cortex externe ;

— des cellules scléreuses (C. sc.) (pl. 2, fig. H) non plus isolées mais groupées en nids scléreux (N. s.), de taille différente (pl. 56, fig. 1). Ici, les cellules scléreuses ne sont pas allongées, comme dans les cordons sclérenchymateux du dictyoxylon cortex, puisque leur section est identique en coupe transversale ou longitudinale (voir pl. 54, fig. 1).

Notons enfin que, dans l'écorce interne, se trouvent des cellules libériennes, constituant les éléments principaux des faisceaux libériens primaires (L^1), superposés aux faisceaux ligneux primaires périmédullaires (pl. 57, fig. 1 et 2). Elles sont repérables par leurs éléments de dimensions inférieures à celles du parenchyme environnant (pl. 2, fig. G).

2° Écorce secondaire (E^2).

Toutes les tiges de *Lyginopteris oldhamia* présentent un tissu composé de cellules en files radiales, donc d'origine secondaire : le périderme, très peu développé (350 μ d'épaisseur, soit cinq à six assises) par rapport à l'écorce primaire (pl. 54, fig. 1 ; pl. 56, fig. 1).

L'écorce secondaire, de nature parenchymateuse, s'insère dans une région assez profonde de l'écorce primaire, entre les zones moyenne et interne.

Au cours de sa traversée dans l'écorce, la trace foliaire repousse le périderme (pl. 58, fig. 1), qui, finalement se rompt (pl. 58, fig. 2). Lorsqu'elle aborde la couche corticale externe, elle est pour ainsi dire enrubannée par un morceau de la bande péridermique.

III. — Anneau libéro-ligneux secondaire

1° Liber secondaire (L^2) (pl. 56, fig. 3).

Le liber secondaire, généralement écrasé, a une faible épaisseur (0,5 mm) et se compose d'éléments radiaux.

Les tubes criblés, reconnaissables par leur petite taille (16 μ) et leurs parois légèrement brunâtres, sont associés à des cellules parenchymateuses et sécrétrices.

Dans le prolongement des rayons ligneux et élargis par rapport à ces derniers, s'intercalent, entre le liber proprement dit, les rayons libériens, constitués de cellules parenchymateuses allongées transversalement et de cellules sécrétrices. Un nid scléreux s'installe à la base de chaque rayon.

Source : MNHN, Paris

2° Le cambium (C.).

Sur cette même figure 3, planche 56, séparant les formations secondaires libériennes (L ^{s}) et ligneuses (B ^{s}), quatre à cinq assises de cellules parenchymateuses, à différenciation radiale, répondent à la définition du cambium.

3° Le bois secondaire (B^{s}).

Le bois secondaire pratiquement inexistant chez les Monocotylédones, les Ptéridophytes et de nombreuses Ptéridospermophytes (*Heterangium* Corda, par exemple), s'ordonne autour de la moelle, en un manchon dont l'épaisseur maximale est relativement importante : 5 à 7 mm chez une tige adulte (pl. 53, fig. 1).

a) Épaisseur

L'épaisseur de cet anneau ligneux secondaire est toutefois extrêmement variable d'un spécimen à l'autre, puisque le nombre des couches concentriques s'accroît avec l'âge, et qu'une tige très jeune est totalement dépourvue de formations secondaires (voir p. 47). Les variations ne sont pas uniquement imputables à une plus ou moins grande jeunesse de la plante, car deux tiges de même diamètre, donc dans le plus grand nombre des cas d'âge identique, présentent malgré tout des différences d'épaisseur notables de la zone ligneuse. Comparons à cet effet les figures 3 et 4 de la planche 60. L'intervention de facteurs divers, internes ou externes, est à envisager. La croissance de l'un des deux individus a pu s'effectuer dans un milieu plus sec, or, lorsque la teneur en eau du milieu diminue : « le bois est beaucoup plus développé et plus riche en vaisseaux », (R. Combes [*28*], p. 163). L'émission successive de rameaux entraîne généralement dans la ramification et dans la tige mère elle-même, la réduction de l'épaisseur du bois secondaire. Ph. Van Tieghem [*90*] signale (p. 187) un phénomène analogue pour la formation des couches annuelles des Dicotylédones.

Notons encore que la zone ligneuse secondaire est moins développée au sommet d'une tige qu'à sa base (voir la fig. 179, p. 340, dans le tome II de E. Boureau [*13*]).

Une simple coupe transversale peut aussi accuser des inégalités dans l'épaisseur de son anneau ligneux (pl. 66, fig. 2). Elles incombent généralement aux brèches non encore complètement comblées, résultant de la sortie de traces foliaires ou de rameaux. Des facteurs externes locaux peuvent également expliquer l'excentricité du manchon de bois secondaire sur une seule section (orientation de la plante par rapport aux rayons lumineux par exemple : voir Ph. Van Tieghem [*90*], (p. 787).

b) Structure.

Le bois secondaire de *Lyginopteris oldhamia* appartient au groupe des bois homoxylés (absence de vrais vaisseaux), comportant deux sortes d'éléments, tous disposés en files radiales : ce sont les trachéides et les rayons parenchymateux (pl. 2 fig. P et pl. 59, fig. 2 et 4).

1. Les trachéides (tr^{s})

a. Dimensions.

Les trachéides sont des éléments ligneux conducteurs allongés (50 µ environ), terminés par des cloisons en biseau (pl. 59, fig. 1 et 2).

En coupe transversale, la couronne de bois secondaire de certaines tiges (pl. 61, fig. 1, 2 et 3), de provenances diverses (Angleterre, Hollande ou Belgique), a un aspect d'ensemble d'une plus grande finesse que d'ordinaire, due à un diamètre radial et tangentiel moyen, moindre, des trachéides.

Source : MNHN, Paris

Nous verrons (p. 58) que les éléments de l'anneau ligneux d'une ramification de « type II » sont de taille inférieure à ceux de la tige mère. Nous pouvons supposer que les sections de la planche 61 représentent des rameaux, ou bien des tiges principales, après émissions de branches successives. Là encore, l'influence des facteurs externes locaux n'est pas à rejeter. D'après R. Combes [*28*] (p. 165), la diminution de la taille des cellules peut résulter de l'accroissement, de l'intensité lumineuse ou de la sécheresse du milieu.

Une hétérogénéité dans les dimensions des trachéides se manifeste également sur une seule section horizontale (pl. 2 fig. J). Elle se présente de plusieurs manières.

Sur une coupe transversale quelconque, les trachéides les plus petites se situent près de la moelle, leur diamètre croît progressivement pour atteindre une mesure maximale, qu'elles conservent généralement jusqu'à la périphérie de l'anneau ligneux (pl. 2, schéma de gauche de la fig. N).

A ces variations, qui sont de règle sur chaque échantillon, s'en ajoutent d'autres, plus accidentelles.

Sur toute l'épaisseur d'un quartier de l'anneau ligneux, tous les éléments sont affectés d'un diamètre moyen, inférieur à celui des trachéides situées hors de ce quartier (voir pl. 60, fig. 4).

Une ou plusieurs cellules de petite taille interrompent brusquement l'accroissement progressif du calibre des éléments d'une même file. L'interruption touche plusieurs files de trachéides et se produit toujours à égale distance de la moelle, formant ainsi une zone concentrique distincte, à l'intérieur de l'anneau ligneux (pl. 60, fig. 4), en laissant chaque fois un intervalle dans lequel les trachéides ont des dimensions normales ; le phénomène peut se répéter à deux à trois reprises et donner l'impression d'une périodicité dans la formation de ces zones. B. Kubart [*61*] a signalé le fait chez *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes* et a posé le problème de savoir s'il s'agissait de véritables anneaux annuels ou simplement d'un dérangement de croissance. Il demeure hésitant quant à l'existence d'anneaux annuels, en raison du non épaississement de la paroi des trachéides, des cercles en question. Il cite d'après les auteurs : E. Antevs [*3*], K. Sanio [*81*], des exemples, chez les plantes actuelles, qui abondent tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

Pour résoudre le problème, il faudrait, avant tout, définir les caractères anatomiques des cercles annuels et voir ensuite si les zones rencontrées chez *Lyginopteris oldhamia* méritent d'y être assimilées. E. Boureau [*13*] (tome 11, p. 342), distingue aisément une couche annuelle d'un faux cerne par le fait que, dans une couche normale, « brusquement, sans transition, après le bois final, on passe généralement des trachéides étroites finales aux trachéides larges initiales de l'autre couche. Dans le cas d'un faux cerne, ce passage brusque n'existe pas ». Ph. Van Tieghem [*90*] (p. 792), précise que la délimitation entre deux couches annuelles est marquée par un « aplatissement tangentiel des divers éléments ».

Cette diminution du calibre des trachéides, accompagnée d'un aplatissement tangentiel, s'observe sur quelques échantillons, dans certaines portions seulement de la zone ligneuse (pl. 2, schéma de droite de la fig. N et pl. 60, fig. 4). Dans les autres (pl. 2, schéma central de la fig. N et pl. 103, fig. 2) il y a diminution de la taille des cellules parce qu'à la limite des deux zones, la file unicellulaire devient bicellulaire, sans que le diamètre radial diminue pour autant. Il n'y a donc pas d'uniformité anatomique dans une zone concentrique du bois secondaire de *Lyginopteris oldhamia*.

De plus, il est à constater une grande irrégularité dans l'épaisseur des zones. Une zone se compose d'une ou deux assises, sur certaines tiges, et d'une vingtaine, sur d'autres. L'inégalité du nombre des assises se reproduit très souvent dans une seule et même zone, laquelle va jusqu'à disparaître à certains endroits (pl. 60, fig. 4). Il est possible que cette disparition partielle soit provoquée par la sortie antérieure d'une trace foliaire ou d'un rameau ; le bois se reconstituerait, dans les brèches, sans zonations.

Si l'on ajoute à tout cela le caractère non général de l'existence de ces zones (comparer les sections de même diamètre, fig. 3 et 4, pl. 60), il s'avère difficile de les intégrer dans le cadre de la définition des cercles annuels proprement dits. Le trait commun à ces anneaux ligneux est de diminuer brusquement, selon deux modalités différentes, la taille de certaines trachéides.

Source : MNHN, Paris

D'après R. Combes [*28*], les modifications de l'action de facteurs externes, capables de diminuer la taille des cellules, sont les suivantes :

— un accroissement de l'intensité lumineuse (p. 141) ;
— une diminution de la teneur en eau du milieu (p. 165) ;
— une augmentation de la concentration en substances minérales ou organiques dissoutes (p. 173) ;
— une élévation d'altitude (p. 211).

Essayons de voir, quand et de quelle manière, selon les cas, un ou même plusieurs de ces facteurs auraient pu intervenir. En ce qui concerne le facteur lumière, il est bien évident que, dans une forêt, les individus de petite taille ou certaines parties de la plante, mal exposées, reçoivent un éclairement moins intense. E. Boureau [*13*] (tome II, p. 341), en dénombrant les cernes d'une tige rampante d'Hedera, écrit : « Les parties jeunes qui ont atteint un milieu très éclairé favorable peuvent acquérir un nombre de cernes supérieur à celui de la portion plus âgée qui tient à la plante mère et qui se maintient à l'ombre sans grossir. »

La présence d'un tissu cortical lacuneux (lac.) nous conduit à déduire que *Lyginopteris oldhamia* poussait dans un milieu humide, au bord des lagunes ou des rivières. Ces dernières sont indirectement sous l'influence des marées ou des crues et baignent plus ou moins la végétation bordière. On peut supposer qu'à certains moments de l'année, au cours d'une marée descendante par exemple, les plantes, le relief topographique aidant, se trouvent, alors, dans un sol asséché, d'où augmentation de sa concentration en chlorure de sodium ou autres substances dissoutes. Des analyses ont montré que dans la lagune même, la concentration en sel pouvait augmenter dans les pays chauds, dans une très forte proportion, par évaporation. Il reste à savoir, surtout dans le cas où les zones concentriques se succèdent dans l'anneau, si cette évaporation intense n'est pas en liaison directe avec des périodes inégales de sécheresse, irrégulièrement échelonnées au long de l'année.

L'élévation d'altitude n'entrerait en jeu que pour des individus dont la totalité du bois secondaire se compose de trachéides de très faible diamètre et uniquement pour des végétaux bordant les bassins paraliques.

Les facteurs externes agissent sur les trachéides, indirectement, par l'intermédiaire des cellules cambiales qui, localement et temporairement, modifient leur métabolisme et, par contre-coup, leur activité génératrice de bois secondaire.

b. Ponctuations.

Le mode de ponctuations des trachéides du bois secondaire est assez primitif, puisqu'il est du type araucarioïde. Ce caractère a incité E. W. Binney [*11*] à rapporter les premiers restes des futurs *Lyginopteris* Potonié, au genre *Dadoxylon* Endlicher, devenu par la suite *Araucaryoxylon* Kraus.

Les parois des trachéides sont tapissées de ponctuations aréolées (5 μ) (pl. 2, fig. L et pl. 59, fig. 3), multisériées, contiguës et en alternance. Un léger écrasement leur donne un contour hexagonal. Il est plus accusé sur les parois radiales que sur les parois tangentielles où elles s'espacent davantage (pl. 59, fig. I).

2. Les rayons parenchymateux (R.p.).

Les rayons parenchymateux sont homogènes, uniquement constitués de cellules parenchymateuses, lesquelles forment en coupe transversale des files radiales (pl. 57, fig. 2) unies ou bisériées, à proximité de la moelle, plurisériées, avant d'entrer dans le liber où elles s'élargissent pleinement.

Leur hauteur, en coupe tangentielle, est assez élevée, en moyenne 60 cellules, au contour hexagonal (pl. 2, fig. K et pl. 59, fig. 2). Les rayons bas sont rares.

Dans la largeur d'un rayon se dénombre un à dix éléments.

Source : MNHN, Paris

Des ponctuations (P. s.) (pl. 2, fig. O; pl. 60, fig. 1 et 2), apparemment simples, jalonnent quelquefois les membranes.

Les champs de croisement (C. c.) portent des ponctuations (P. a. c.) du type oculipore (aréole visible) araucarioïdes (pl. 2, fig. L; pl. 59, fig. 3 et 4; pl. 60, fig. 1 et 2). Ce sont des ponctuations aréolées, plus petites (5 μ) que les ponctuations radiales des trachéides, à grande ouverture ovale, oblique. Il y en a environ une dizaine, étagées en lignes plus ou moins horizontales et parfois contiguës (pl. 60, fig. 2).

Des cellules sécrétrices (C. s.) (pl. 60, fig. 1) s'insèrent entre les cellules parenchymateuses des rayons.

La structure ligneuse secondaire de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, par les ponctuations radiales aréolées des trachéides, les ponctuations des champs de croisement des rayons parenchymateux, du type araucarioïdes, s'identifie à la structure la plus primitive des conifères fossiles *Araucarioxylon* Kraus mis en synonymie avec *Dadoxylon* Endlicher et *Cordaixylon* Grand Eury [voir E. Boureau [*13*] (tome II, p. 469)].

IV. — Bois primaire (B^1)

La répartition et l'évolution morphologique structurale du tissu ligneux primaire sont assez complexes. Afin d'en faciliter l'étude, et pour la compréhension ultérieure du texte, nous préciserons la signification des termes employés.

1° Définitions.

a) Notion de faisceau mésarche.

Les éléments conducteurs ligneux primaires se groupent en faisceaux dits mésarches (*) à la périphérie de la moelle, traversent successivement les différents tissus de la tige pour se rendre dans les pétioles et innerver, en dernier lieu, les folioles.

Les premiers éléments formés ou trachées, aux parois spiralées, rayées et ponctuées, composent le pôle de protoxylème qui, sur la coupe transversale d'une tige, pointe vers le centre de la moelle et occupe une position sub-centrale à l'intérieur du faisceau (pl. 22).

Le pointement de protoxylème s'entoure d'une masse de métaxylème, constituée de trachéides aux ponctuations aréolées multisériées, dont une partie s'est différenciée en direction centrifuge (métaxylème supérieur), et l'autre, beaucoup plus développée, en direction centripète (métaxylème inférieur) (pl. 22).

Les bords latéraux du faisceau (métaxylème latéral), dans un stade initial, sont séparés du protoxylème par de petites cellules parenchymateuses; la pointe du protoxylème s'appuie alors directement sur le bord intérieur du métaxylème inférieur. Plus tard, ce contact disparaît, car la portion parenchymateuse s'est accrue pour former une plage parenchymateuse, pourvue de quelques cellules sécrétrices.

Une plage parenchymateuse et le protoxylème qui l'accompagne se divisent au cours de l'évolution d'un faisceau. Un dédoublement de celle-ci annonce généralement la scission prochaine du faisceau récemment individualisé qui la renferme.

(*) Un faisceau mésarche se compose d'un pôle ligneux (protoxylème) (Px.) à différenciation centrifuge, d'où se développe, en l'enserrant complètement, du métaxylème (mx) centrifuge, puis tangentiel et finalement centripète, épargnant dans la région axiale une petite plage parenchymateuse (P. p.), à l'intérieur de laquelle s'avance le protoxylème (voir pl. 74).

Source : MNHN, Paris

La théorie de G. Chauveaud [*25*], selon laquelle le pointement de protoxylème à différenciation centrifuge d'un faisceau mésarche a été précédé d'un premier pointement à différenciation centripète, qui s'est résorbé, comme l'a montré E. bureau [*13*] (tome 1, p. 183), sur la plantule de *Libocedrus*, n'a en aucun cas été vérifiée, aux différents niveaux d'un individu jeune ou âgé. La différenciation centrifuge du protoxylème est toujours réalisée dans les nombreux échantillons observés.

b) Localisation et désignation des faisceaux.

De la course effectuée par les faisceaux découle leur localisation temporaire dans les différents tissus de la tige. En fonction de celle-ci, nous désignerons les faisceaux situés au pourtour de la moelle par : « faisceaux ligneux primaires périmédullaires », ceux qui recoupent tout d'abord l'anneau ligneux secondaire par : « faisceaux ligneux primaires de l'anneau » et ensuite, le cortex par : « faisceaux ligneux primaires corticaux ».

Parmi les faisceaux périmédullaires, il faut encore discriminer les faisceaux qui ne quitteront jamais la moelle, ou « faisceaux ligneux primaires périmédullaires caulinaires » (Caul.) des « faisceaux ligneux primaires périmédullaires sortants », qui, après un séjour plus ou moins long dans la moelle, traverseront les couches successives de la tige.

Faisceaux périmédullaires sortants, faisceaux de l'anneau et faisceaux corticaux correspondent en fait à la décomposition spatiale d'un « cordon ligneux », destiné à pénétrer dans un pétiole. La « trace foliaire » (T. f.) est la section transversale d'un « cordon ligneux ».

c) Notion de groupe ligneux.

Le cordon ligneux prend naissance à partir du faisceau ligneux primaire périmédullaire caulinaire. Nous conviendrons d'adopter la terminologie « groupe ligneux » à tout l'ensemble.

Un groupe ligneux comprend donc le faisceau caulinaire accompagné de tous ceux qui sont issus de ce même caulinaire et qui se rendront dans les frondes, dont les points d'attache, sur la tige, sont placés sur une même verticale.

d) Notation des faisceaux.

Arbitrairement (0) est assigné au faisceau médullaire sortant, sur le point de pénétrer dans l'anneau de bois secondaire. Les faisceaux de l'anneau et corticaux sont dotés de chiffres positifs (+ x), d'autant plus élevés qu'ils sont plus âgés que (0). Quant aux faisceaux médullaires sortants, moins anciens que (0), ils sont annotés de chiffres négatifs (— x), d'autant plus élevés qu'ils sont plus jeunes.

A chacun des faisceaux médullaires caulinaires (Caul.) est attribué le numéro d'ordre, en chiffres romains, correspondant à celui du groupe ligneux auquel il appartient : exemple (Caul. IV) est le caulinaire du groupe IV.

Chaque groupe ligneux est en effet numéroté et figuré par une couleur propre, en tenant compte de l'ordre d'émission, hors de la tige, des traces foliaires. Le groupe (pl. 1, fig. A et B), qui comporte le faisceau cortical le plus jeune : (+ 1) a reçu la notation : groupe ligneux 1 (G. L. 1).

2° Évolution du bois primaire dans une tige.

Dans une tige de *Lyginopteris* Potonié, où la disposition des frondes est hélicoïdale, les différences morpho-anatomiques qu'offrent les faisceaux d'une coupe horizontale, ou traces foliaires, sont l'expression de l'évolution verticale d'un cordon ligneux.

En partant de ce critère, essayons à l'aide de la section transversale n° 283 (pl. 1, fig. A, et pl. 53, fig. 1), dont le diamètre est de 11 mm, de suivre l'évolution structurale d'un cordon ligneux.

Source : MNHN, Paris

Elle est relativement bien connue depuis le moment où la trace foliaire accède dans le cortex ; par contre, les transformations qu'elle subit, lors de son séjour dans la moelle, sont généralement négligées.

a) Faisceaux périmédullaires.

Six faisceaux mésarches, non également distants les uns des autres et de dimensions variables, se répartissent autour de la moelle.

Tous sont isolés, sauf deux (E^1) et (E^2) figurés en grisé (pl. 1, fig. A et pl. 3, fig. A), qui forment un couple dont les éléments, de taille différente (0,6 et 0,3 mm), ne sont séparés que par un mince filet de parenchyme. Le plus grand (E^2) possède une plage parenchymateuse bien nette, tandis que celle du plus petit (E^1) est à peine marquée.

Un troisième faisceau (D) en bleu (pl. 1, fig. A et pl. 3, fig. A) se distingue de ses voisins, par le fait qu'il est aussi étalé (0,9 mm) que (E^1) et (E^2) réunis. En outre, il est le seul à avoir deux plages parenchymateuses de grandeur inégale.

Tous les autres faisceaux périmédullaires (pl. 1, fig. A et pl. 3, fig. A) (C) = rouge, (B) = jaune, (A) = vert, de dimensions moindres (C) = 0,5 mm et (A) = 0,2 mm sont pourvus d'une plage parenchymateuse unique, qui se réduit en même temps que l'ampleur des faisceaux diminue. Parmi ces derniers, il en est encore un (C) qui se signale par sa plage parenchymateuse plus étendue (200 μ), équivalant en surface à celle des deux plages rassemblées du faisceau (D), (130 μ + 60 μ).

Il ressort, avec évidence, qu'il y a simultanément augmentation progressive de la taille (pl. 3, fig. A) des faisceaux (A) à (E^2) et de la plage parenchymateuse qu'ils renferment, d'où résulte d'abord un dédoublement de la plage (faisceau (D)) et finalement une bipartition (formation de (E^1) et E^2) du faisceau initial qui pourrait être représenté par (A).

L'identité des mesures (0,3 mm) et du contour des faisceaux (E^1) et (A) sur la figure A, planche 3, laisse présumer qu'ils accomplissent, dans la moelle, un cycle similaire : accroissement, division. Le faisceau (E^2) est donc émis par un faisceau qui, à un niveau inférieur, offrait primitivement l'aspect de (A) et a passé successivement par les stades (B), (C) et (D) qu'illustre la figure A, planche 3. Tandis que (E^1) restera dans la moelle et se divisera un peu plus haut, (E^2) va pénétrer dans le bois secondaire.

Sur d'autres coupes (M 50 q et 2 000) (pl. 4, fig. C et pl. 62, fig. 2), dont l'arrangement et l'anatomie des faisceaux ligneux sont analogues à ceux du bois primaire de la section n° 283 (pl. 53, fig. 1), le faisceau (en grisé sur la figure) analogue à (E^2) est déjà inclus dans l'anneau ligneux. A un niveau un peu supérieur à celui de la coupe transversale figurée planche 53, figure 1, le faisceau (E^2) (pl. 3, fig. A) entrera dans le bois secondaire. D'après ce qui a été dit page 23, il correspond donc au faisceau sortant ou à la trace foliaire (0).

Les autres faisceaux, qui n'ont pas encore, ou incomplètement individualisé leur faisceau sortant, seront considérés comme des faisceaux caulinaires. Le plus ancien d'entre eux est (E^1), puisque le faisceau médullaire sortant qu'il émet : (E^2) = (0) en est détaché. Sur la tige d'où est extraite la coupe transversale figurée planche 1, figure A et planche 53, figure 1, l'émission successive des traces foliaires, plus jeunes que (0), se fera dans l'ordre suivant : (D), (C), (B) et (A), établi en fonction du stade évolutif auquel est parvenu chaque faisceau, c'est-à-dire de la taille, du nombre et de la grandeur des plages parenchymateuses, indices annonçant la dissociation plus ou moins proche d'un faisceau sortant de son faisceau caulinaire.

b) Faisceaux de l'anneau et faisceaux corticaux.

Sur une coupe transversale, les faisceaux périmédullaires sont parvenus à un stade d'évolution morpho-anatomique différent et se répartissent dans un ordre bien déterminé. Il en va de même

Source : MNHN, Paris

pour les faisceaux de l'anneau et corticaux. Pour le mettre en évidence, il faut tenir compte, pour chaque faisceau :

— de sa distance, par rapport à l'anneau ligneux secondaire ;
— de son isolement (s'il est impair) ou du degré de proximité d'un autre (s'il est dédoublé) ;
— de sa configuration générale ;
— du nombre de plages parenchymateuses qu'il renferme ;
— de l'épaisseur du bois secondaire dont il est couronné.

La succession des faisceaux corticaux, telle qu'elle se présente sur la figure A de la planche 3, est en corrélation avec l'âge de ceux-ci. Le plus jeune (F) = vert, est encore légèrement encastré dans le bois secondaire (pl. I, fig. A). Il est unique, de forme ovale (0,5 mm), possède deux plages parenchymateuses et est coiffé d'un arc, assez épais (0,4 mm) de bois secondaire.

Au-delà de (F), les faisceaux sont groupés par paires. (G) = jaune, pourrait résulter de la division de (F). Il se compose de deux faisceaux (G′) et (G″), accolés, arrondis (0,4 mm), pourvus chacun d'une plage parenchymateuse et d'un peu de bois secondaire (0,1 mm).

En H, les deux faisceaux (H′) et (H″) = rouge, s'écartent l'un de l'autre, ils s'allongent, leur plage parenchymateuse se dédouble et toute trace de bois secondaire a disparu.

Le stade I est marqué, de nouveau, par la contiguïté de deux faisceaux (I′) et (I″) = bleu, la naissance, sur leur bord inférieur, d'une concavité, et la présence de trois ou quatre plages parenchymateuses, par faisceau.

Les faisceaux (J) et (J′) = grisé qui, normalement, se placeraient en J sur la figure A de la planche 3 sont partiellement endommagés. Dans un meilleur état de conservation, nous constaterions (par analogie avec la trace foliaire (+ 5) de la coupe 28 Lx II (pl. 62, fig. I) que le stade J se particularise simplement par l'agrandissement du rayon de courbure de la concavité du bord inférieur de chaque faisceau.

c) Relations entre faisceaux corticaux et périmédullaires.

Le faisceau médullaire (E^1) = (0) (pl. I, fig. A) va certainement, après avoir traversé l'anneau ligneux, prendre successivement l'aspect des faisceaux (F) (G) (H) (I) (J). La transition de (E) à (F) se conçoit fort bien par l'accroissement de (E^2) et le dédoublement de sa plage parenchymateuse (pl. 3, fig. A).

La désignation (+ I) peut être impartie au faisceau (F) qui, par sa structure et sa position, vient immédiatement après (0). Les traces foliaires (G), (H), (I) et (J) seront respectivement dénotées par les chiffres : (+ 2), (+3), (+ 4) et (+ 5).

Sur la coupe transversale n° 283 (pl. I, fig. A et pl. 53, fig. I) les faisceaux ne se distribuent pas, à l'intérieur de la tige, dans l'ordre présenté sur la figure A de la planche 3.

Les faisceaux corticaux (+ I) et (+ 2) ne sont pas immédiatement voisins, mais séparés par (+ 4). Pareillement, le faisceau médullaire (D) (pl. I, fig. A), qui, par son stade évolutif, précède (E), n'est pas placé à proximité de ce dernier ; (B) s'intercale entre eux.

Chaque faisceau périmédullaire a une position bien déterminée par rapport aux faisceaux corticaux.

Sur un morceau de tige suffisamment important, on verrait qu'à un niveau repère I s'insère un premier pétiole et que sur la verticale, passant par son point d'insertion, à une certaine distance « X », en un point II, s'en détache un second. La remarque est valable pour toutes les tiges dont la disposition des feuilles est hélicoïdale (cas de *Sphenopteris hoeninghausi* = feuillage de *Lyginopteris oldhamia*).

Lorsqu'un cordon ligneux quitte la tige, un autre parcourt, à un niveau supérieur, un chemin parallèle à celui du précédent pour le remplacer.

Le faisceau cortical (+ 5) de l'échantillon figuré planche 53, figure I, n'appartient pour ainsi dire plus à la tige. Il est presque complètement isolé par deux bandes de dictyoxylon cortex, qui se

Source : MNHN, Paris

rejoindront, afin de combler l'échancrure du cortex externe, localement interrompu par la sortie du pétiole innervé par (+ 5).

Le problème se pose maintenant d'identifier, parmi les faisceaux périmédullaires, celui qui, à un niveau supérieur dans la tige, remplacera (+ 5).

Il est logique d'éliminer les faisceaux les plus éloignés. C'est donc, entre les faisceaux situés en alternance, à gauche et à droite de (+ 5) qu'il convient de choisir. Dans l'hypothèse où le faisceau médullaire de droite remplacerait (+ 5), celui de gauche (0), par contre-coup, succéderait au faisceau cortical qui lui est également voisin (+ 3). Ceci n'est pas concevable si l'on se rappelle que, justement (0) est le premier des faisceaux médullaires à entrer dans l'anneau ligneux secondaire. Pour se substituer à (+ 3), à un niveau supérieur, il devrait alors effectuer une torsion au-dessus de son caulinaire, intercalé entre (0) et (+ 3). Ne serait-ce que pour des raisons d'ordre mécanique, il est tout à fait naturel de penser que (0), prêt à pénétrer dans le bois secondaire, se rendra dans le pétiole, placé sur la même verticale que le faisceau sortant (+ 5), déjà hors de la tige. Le faisceau de gauche (E^1) (pl. 1, fig. A et pl. 53, fig. 1) séjournera dans la moelle, jusqu'au moment où il émettra, en se dédoublant, un nouveau cordon ligneux destiné à remplacer (0), lorsque celui-ci, à son tour, quittera la tige.

Tous les cordons ligneux qui vascularisent les rachis, jalonnant, sur la tige, la même verticale : (+ 5) et (0), par exemple, sont issus de la division périodique d'un faisceau médullaire caulinaire (E^1) qui demeure, en permanence, dans la moelle. Aux cordons ligneux et au faisceau caulinaire dont ils proviennent s'applique le terme défini précédemment de « groupe ligneux » (pl. 1, fig. C). La tige figurée planche 53, figure 1, en présente cinq (pl. 1, fig. A),

Les faisceaux qui composent les cinq groupes ligneux sont tous à un stade différent. Afin de faire ressortir les relations étroites des faisceaux d'un même groupe ligneux, chaque caulinaire (Caul.) a reçu la référence du groupe auquel il appartient. Ainsi, le groupe ligneux I (G, L. I. = vert) a pour constituants les faisceaux médullaires et corticaux les plus jeunes: le faisceau cortical (+ 1), le faisceau caulinaire (Caul. I). De même le groupe ligneux V : G. L. V. a pour constituants la trace foliaire corticale la plus âgée (+ 5), le faisceau médullaire sortant le plus âgé (0) et le faisceau médullaire (Caul. v). (Voir pl, 1, fig. A et C ; pl. 3, fig. A).

Comment déterminer dans quel groupe ligneux s'Incorpore chaque faisceau caulinaire? De la position respective de (E^1) et (E^2) c'est-à-dire de (0) et (Caul. v) se déduit que toute trace foliaire est placée à droite de son propre caulinaire.

Le numéro d'ordre échu à chaque groupe ligneux est fonction de l'âge des faisceaux qui le constituent. Les faisceaux corticaux : (+ 2), (+ 3), (+ 4) et (+ 5), d'une part, et médullaires : (Caul. II), (Caul. III), (Caul. IV), (0) et (Caul. v) associés, d'autre part, sont inclus respectivement dans les groupes ligneux ff (jaune), fIf (rouge), fV (bleu), V (grisé) (voir tableau récapitulatif ci-après, et pl. 1, fig. A et B).

		GROUPES LIGNEUX				
Faisceaux ligneux		Gr. I (vert)	Gr. II (jaune)	Gr. III (rouge)	Gr. IV (bleu)	Gr. V (grisé)
Faisceaux périmédullaires	Caulinaires	(Caul. I) = (A)	(Caul. II) = (B)	(Caul. III) = (C)	(Caul. IV) = (D)	(Caul. V) = (E^1)
	Sortants					(0) = (E^1)
Faisceaux corticaux		(+ 1) = (F)	(+ 2) = (G)	(+ 3) = (H)	(+ 4) = (I)	(+ 5) = (J)

Source : MNHN, Paris

3° Phyllotaxie.

L'organisation des faisceaux ligneux primaires ou traces foliaires sur la section horizontale (pl. 53, fig. 1) d'une tige de *Lyginopteris oldhamia* traduit la disposition des frondes, dans la partie de l'organe où se localise la coupe.

Contournons la section transversale n° 283 (pl. 1, fig. A), en suivant les traces foliaires corticales, selon leur ordre de sortie, à partir de la plus jeune (0), dans le sens dextre (c'est en effet le plus court chemin pour aller de (0) à (+ 1) jusqu'à ce que nous rencontrions celle qui figurera, à un niveau inférieur dans le même plan vertical qu'elle : soit (+ 5). Nous effectuons alors deux tours de circonférence et constatons que, depuis le moment où (+ 5) a quitté la tige et durant le temps nécessaire à (0) pour faire de même, cinq traces foliaires (+ 5), (+ 4), (+ 3), (+ 2), (+ 1) se sont acheminées dans leur pétiole respectif.

D'après la théorie de la spirale génératrice unique, l'angle de divergence, formé par les plans de symétrie de deux frondes successives, s'exprime donc par la fraction 2/5 de circonférence = 144°.

Si ce résultat corrobore l'opinion de D. H. Scott [*83*], il va à l'encontre de l'avis de M. Hirmer [*51*] qui écrit : « Les indications données par D. H. Scott, admettant une phyllotaxie de 2/5 ne sont en aucun cas à conserver. » La raison première invoquée par M. Hirmer est que, lorsque le nombre des groupes de faisceaux sympodiaux est égal à 5, 8, 13 ou 21, les organes sont disposés selon l'angle de divergence, très répandu chez les plantes fossiles et récentes de 137° 30′ 28″ (Hirmer [*51*], p. 94). En se référant aux observations de Ph. Van Tieghem [*90*] sur des végétaux actuels, on peut dresser le tableau suivant, mettant en parallèle la disposition phyllotaxique correspondant à quelques valeurs d'angle de divergence :

Angle de divergence.	144°	135°	138°27′
Disposition phyllotaxique.	2/5	3/8	5/13

Il apparaît que l'angle de divergence de 137° 30′ 28″, admis par M. Hirmer, s'approche plutôt de la disposition phyllotaxique du type 5/13, qui entraîne obligatoirement l'existence de 13 faisceaux sympodiaux. Ceci est absolument incompatible avec les deux exemples qu'il a choisis, où le nombre des faisceaux sympodiaux est sans ambiguïté de cinq, ce que l'auteur a d'ailleurs implicitement reconnu, à en juger par ses schémas théoriques, figures 5 et 6, page 95. L'angle de divergence adopté par M. Hirmer est à la fois hypothétique et peu conciliable avec les faits anatomiques réels. L'argument second qu'il met en relief est fondé sur le fait que, le trajet des faisceaux sympodiaux étant oblique, en conséquence la phyllotaxie n'est pas de 2/5, puisqu'alors elle engendrerait obligatoirement un trajet vertical. Cette affirmation semble purement gratuite et n'avoir aucun bien fondé.

4° Course longitudinale des faisceaux d'un groupe ligneux.

Il a été établi que les transformations anatomiques progressives des cinq groupes ligneux de la section horizontale figurée planche 53, figure 1, sont l'image même de celles que l'on observerait le long d'un seul groupe ligneux, dans le tronçon de tige où a été pratiquée la coupe. En outre, dans ce tronçon, les internœuds sont généralement égaux (les différences de grandeur des internœuds ne sont sensibles que sur une longueur d'axe importante). Au sortir de la tige, les cordons ligneux ont donc une conformation structurale semblable qui suppose que l'évolution de chacun s'est réalisée à un rythme identique. Au-dessus de la coupe n° 283 (pl. 53, fig. 1), à une distance « x » (pl. 3, fig. B), le faisceau cortical (+ 1) prendra l'allure de (+ 2), celui-ci prendra celle de (+ 3), (+ 3) celle de (+ 4), et ainsi de suite....

En reportant, à une échelle donnée, en direction verticale et dans l'ordre de leur évolution, les dimensions et la configuration des faisceaux, tout en tenant compte, chaque fois, de leur distance respective « x » (évaluable approximativement) et de leur localisation dans l'épaisseur des couches successives de la tige — figurées en direction horizontale — la reconstitution de la course longitudinale d'un cordon ligneux peut être tentée.

Source : MNHN, Paris

a) Course des faisceaux médullaires.

1. *Caulinaires* (Caul.)

Le prohlème qui se pose au sujet des faisceaux caulinaires qui demeurent dans la moelle consiste à savoir si leur course est oblique ou verticale.

M. Hirmer [*51*] prétend que, si l'on admet une phyllotaxie différente de 2/5, soit un angle de divergence de 137° 30′ 28″, la direction suivie par les traces foliaires est oblique : « ce qui ne saurait avoir lieu dans le cas d'une phyllotaxie de 2/5 », écrit-il. Sur les diagrammes reconstituant le trajet du bois primaire de deux coupes transversales de *Lyginopteris oldhamia*, les faisceaux caulinaires sont obliques. On peut se demander quel lien existe entre la phyllotaxie et la direction des faisceaux à l'intérieur de la tige. A mon avis, il est impossible, à partir d'une coupe transversale unique, de savoir si les faisceaux caulinaires sont verticaux ou obliques. La seule solution valable, capable de donner un résultat approchant de la vérité, ne sera obtenue qu'à l'aide de sections sériées.

Dans ce but, des peels sections ont été pratiquées dans le coal ball n° 2501, qui insère plusieurs tiges de *Lyginopteris oldhamia*. Elles ne sont jamais parfaitement circulaires, mais souvent aplaties. Ceci importe peu pour la méthode que nous emploierons. L'essentiel est que les déformations, lorsqu'elles existent, restent inchangées dans la série de coupes. Les plus extrêmes Q^1 et Q^2 (pl. 2, fig. Q^1 et Q^2) sont distantes de 21 mm. Sur chacune d'elles, déterminons les centres 0 et 0′ (la superposition de leurs calques montre qu'ils coïncident). La verticale passant par les points fixes 0 et 0′ (ou la perpendiculaire au plus grand axe sur la tige) recoupe selon les angles, α et α^1 l'axe de symétrie du faisceau caulinaire (qui passe par le pointement de protoxylème de ce dernier) du groupe V : (Caul. v). Si l'angle α^1 est inférieur à α (pl. 2, fig. Q^1 et Q^2), cela tendrait à prouver qu'il y a eu translation du faisceau caulinaire dans l'intervalle séparant les coupes Q^1 et Q^2, donc que le trajet du caulinaire serait oblique. Ce n'est pas le cas de la tige n° 2501 (pl. 2, fig. Q), puisque les angles α et α^1 sont égaux $= 60°$. En bref, tout au moins sur une distance de 21 mm, les caulinaires se dirigeraient verticalement autour de la moelle. Des mesures effectuées sur d'autres spécimens confirment ce résultat.

Pour que cette opinion ne soit entachée d'aucun doute, il faudrait que les échantillons d'expérimentation soient intégralement conservés, ce qui n'a jamais lieu pour les tiges de *Lyginopteris*. Si l'échantillon étudié n'était pas suffisamment important pour percevoir l'obliquité des faisceaux caulinaires, c'est que de toute manière elle devait être très faible; nous admettrons donc la verticalité de ces faisceaux.

2. *Sortants* ($\pm$ x).

Le faisceau sortant périmédullaire s'individualise et se détache peu à peu de son faisceau caulinaire vertical ; il est donc forcément oblique par rapport à celui-ci.

Dans le groupe ligneux V de la tige n° 283 (pl. 53, fig. 1), l'écartement du faisceau caulinaire (Caul. v) et de son faisceau médullaire sortant (0), sur le point d'entrer dans le bois secondaire, est très faible, 2 mm à peine, et laisse supposer que la pente du faisceau sortant sur son caulinaire est peu accusée.

Pour en connaître la valeur approchée, il suffit de mesurer, sur la planche 53, figure 1, et planche 2, figure R, l'angle α formé par les sections droites, menées par les pointements de protoxylème du faisceau caulinaire et du faisceau sortant. La plage parenchymateuse qui enserre le protoxylème est, bien qu'excentrique, un point de symétrie du faisceau, du fait qu'elle est équidistante des bords latéraux de celui-ci. Cet angle α (pl. 2, fig. M) est en effet égal à l'angle β que constitueraient les axes ou plans de symétrie longitudinaux passant par le pointement de protoxylème des faisceaux considérés (pl. 2, fig. R). L'égalité des deux angles a été vérifiée expérimentalement, sur une maquette en plastiline reproduisant, en volume, la figure M de la planche 2.

Source : MNHN, Paris

Sur la section n° 283, l'angle α, formé par le faisceau caulinaire V et le faisceau sortant (0), est de 30° (pl. 2, schémas de gauche des fig. R^1 et R^2). Ce premier résultat permet d'ébaucher, à l'échelle de la figure 1, planche 53, la reconstitution de la course longitudinale des faisceaux médullaires, caulinaires et sortants du groupe ligneux V, compte tenu de leurs dimensions et de leur position relative (pl. 3, fig. B). Du faisceau caulinaire vertical, dont le diamètre, dans le groupe V, est de 3 mm, on reporte horizontalement, à une distance de 2 mm, le diamètre du faisceau médullaire sortant (0), soit 4 mm. Le niveau A sur la figure B de la planche 3, se trouve ainsi défini. L'angle α des plans de symétrie (chacun passe par le milieu des deux diamètres) des deux faisceaux médullaires (Caul. v) et (0) étant de 30°, leur orientation et leur point de convergence s'obtiennent aisément à l'aide d'un rapporteur.

Il est à supposer que le faisceau médullaire sortant (0) ne va pas tarder à s'introduire dans le bois secondaire. En réalité, la coupe transversale n° 283 indique simplement qu'au moment où (+ 5) quitte la tige, (0) est toujours dans la moelle. C'est la comparaison avec la coupe M 50 q (pl. 4, fig. C), dont les dimensions et le stade évolutif des faisceaux se rapprochent étroitement, qui nous a conduits à penser que la course du bois primaire devait être très voisine. Or sur cette dernière, (0) vient justement d'entrer dans l'anneau ligneux secondaire et les traces de la sortie de (+ 5) sont encore visibles (le dictyoxylon cortex est à l'emplacement de (+ 5) incomplètement reformé). Vraisemblablement, dans la portion de tige où la section, planche 53, figure 1, a été pratiquée, dès que la trace foliaire d'un groupe ligneux abandonne le dictyoxylon cortex, sa remplaçante, à un niveau supérieur, s'avance dans le bois secondaire.

b) Course des faisceaux de l'anneau.

Dans un groupe ligneux quelconque, V par exemple, le faisceau médullaire sortant (0) est destiné à se placer, à un niveau supérieur, au-dessus du faisceau cortical (+ 5) avec lequel il n'est pas superposé, ce qui implique obligatoirement un parcours oblique pour le faisceau se rendant de la moelle vers l'épiderme.

L'orientation à donner au faisceau sortant, au cours de son cheminement dans le manchon de bois secondaire, est déduite (pl. 2, schémas centraux des fig. R^1 et R^2 et pl. 3, fig. B) de l'application de la méthode utilisée pour les faisceaux médullaires, présentée dans le premier paragraphe de cette page.

L'angle γ^2 (pl. 2, fig. R^1) que composent les axes de symétrie du faisceau caulinaire (Caul. 1) (passant par le pointement de protoxylème) et du faisceau sortant (+ 1) (l'axe partage (+ 1) en deux, au milieu de la distance séparant les deux pointements de protoxylème) du groupe ligneux I, est de 45°, d'où la construction de la figure B de la planche 3 selon laquelle le faisceau sortant presque parvenu dans le cortex a un axe longitudinal qui recoupe le faisceau caulinaire sous un angle β^2 de 45° (pl. 2, fig. R^2).

Sur la figure B de la planche 3, la limite de l'anneau ligneux et de la moelle n'est pas très éloignée du faisceau médullaire sortant, considéré au niveau A. Le niveau A correspond, en effet, au sectionnement de la tige n° 283, peu de temps avant que (0) ne pénètre dans la moelle.

La frontière moelle bois secondaire établie, il reste à porter horizontalement l'épaisseur de l'anneau, directement mesurable sur la planche 53, figure 1. Nous possédons ainsi toutes les données pour construire (pl. 3, fig. B) la portion de cordon ligneux incluse dans le bois secondaire.

Cette figure B, planche 3, représente la course d'un groupe ligneux quelconque; s'il s'agissait du groupe I, le niveau B indiquerait l'endroit où il a été sectionné sur la coupe n° 283.

La distance AB = X (voir page 25) donne une idée approximative de l'espace qui séparera le moment où les faisceaux d'un groupe vus sur la coupe transversale n° 283, pl. 53, fig. 1) prendront successivement la physionomie des faisceaux du groupe qui, par leur évolution structurale, le précède ou lui succède. D'ores et déjà nous pouvons marquer les niveaux C, D, E et F, équidistants de « x », qui figurent l'emplacement, sur la coupe longitudinale d'un groupe ligneux, où le faisceau cortical, par exemple, sectionné horizontalement, aurait la configuration des faisceaux corticaux (+ 2), (+ 3), (+ 4) et (+ 5) de la section horizontale présentée planche 53, figure 1.

Source : MNHN, Paris

c) Course des faisceaux corticaux.

Dans le groupe ligneux V de la coupe n° 283 (pl. 53, fig. 1), (+ 5) s'est déjà engagé dans la partie basilaire de son rachis. L'angle α^3 (pl. 2, schéma de droite de la fig. R^1), que constituent les plans de symétrie du faisceau cortical (+ 5) (axe de symétrie situé dans ce cas à égale distance des deux éléments J et J') et du caulinaire (Caul. v) a une valeur de 70°. Cela signifie qu'en atteignant la zone corticale de la tige, le faisceau sortant se rapproche davantage de l'horizontale que dans le bois secondaire.

Il ne reste plus maintenant qu'à compléter la figure B de la planche 3 en ajoutant horizontalement, au-delà de la limite bois sedondaire écorce, l'épaisseur de cette dernière relevée sur la planche 53, figure 1, et à tracer les parties corticale et médullaire du groupe, en reliant les étapes configuratives connues des niveaux C, D, E, F, déterminés précédemment.

Les niveaux A et F sont identiques et, en F, le cycle évolutif se répète.

La distance « X » séparant la sortie de deux traces foliaires successives équivaut à cinq internœuds.

5° Course longitudinale des cinq groupes ligneux.

La direction suivie par les traces foliaires d'un groupe ligneux, lors de la traversée successive des différents tissus de la tige n° 283 (pl. 53, fig. 1), une fois retracée (pl. 3, fig. B), la reconstitution du trajet de tout l'ensemble du système ligneux primaire, c'est-à-dire des cinq groupes ligneux, est grandement facilitée, puisque le parcours présenté figure B, planche 3, se répète dans les cinq groupes.

C'est en considérant les stades auxquels sont parvenus les faisceaux de chaque groupe ligneux sur la coupe transversale, figurée planche 53, figure 1, par rapport à la course longitudinale d'un groupe ligneux, établie à partir de cette même coupe (pl. 3, fig. B), que le schéma général : figure C, planche 3, a pu être composé. La méthode de réalisation est simple et consiste à translater horizontalement et verticalement le calque obtenu, après réduction de la figure B de cette dernière planche.

Partons du calque de base et représentons, sur la figure C, le parcours des faisceaux de l'un des groupes quelconques : nous admettrons qu'il s'agit du groupe V, par exemple. La coupe n° 283 (en tirets sur la figure) sectionne les deux cordons ligneux (+ 5) et (0) du groupe, en F, au moment où le premier vient de pénétrer dans son pétiole et le second s'apprête à franchir l'anneau de bois secondaire.

Sur la figure C, planche 3, le groupe II se situe à droite du groupe V ; nous placerons donc le calque de base à droite du groupe V, sur la figure C, de façon que le cordon ligneux (+ 2) soit recoupé par la section n° 283 (niveau ab, sur la figure C), au début de sa division, c'est-à-dire au niveau c du calque, en faisant coïncider celui-ci avec la ligne horizontale repère ab.

Le même procédé, appliqué à chacun des autres groupes : coïncidence des niveaux E, B, D du calque de base avec la ligne ab pour les groupes IV, I et III, permet d'achever la figure C, planche 3.

Il est à constater que, dans une portion de tige, incluant la coupe n° 283 (pl. 1, fig. B), les internœuds sont faibles (pl. 3, fig. C), La distance qui sépare l'émission de deux frondes successives (+ I) et (+ 2) n'est, en effet, pas très importante.

6° Conclusions.

De l'étude du système ligneux primaire de la tige de *Lyginopteris oldhamia* il ressort :

a) Que les traces foliaires naissent à la périphérie de la moelle, à partir des faisceaux caulinaires, verticaux, sous un angle aigu. Dans l'anneau ligneux secondaire, elles prennent une plus grande obliquité qui s'accentue encore dans l'écorce.

La confrontation de la figure C, planche 3, avec celle donnée par M. Hirmer [*51*] (p. 95, fig. 5), construite d'après la coupe transversale présentée page 94, figure 3, montre des divergences d'interprétation. Pour M. Hirmer, le caulinaire est oblique et la course du faisceau sortant très redressée.

Source : MNHN, Paris

b) Malgré l'impossibilité de chiffrer la longueur des internœuds, les frondes, comme l'indique la figure C, planche 3, sont assez rapprochées les unes des autres : on sait qu'à mesure qu'on s'approche du sommet d'une tige, les entrenœuds deviennent de plus en plus courts.

Ce caractère, ajouté au fait que le diamètre de la section n° 283 (pl. 53, fig. 1) est peu élevé suggère qu'elle provient d'un niveau assez proche de la zone sommitale d'une tige principale.

V. — La moelle (M.)

La moelle est hétérogène; cellules sécrétrices (C. s.) et nids scléreux (N. s.) se dispersent dans un parenchyme banal.

RÉSUMÉ :

Les figures B et C, planche 1, reconstituent les coupes transversale et longitudinale idéales de la région moyenne d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* et donnent une idée de son organisation structurale.

De l'intérieur vers l'extérieur se rencontrent successivement : une moelle centrale parenchymateuse, pourvue de cellules sécrétrices et de nids scléreux ; un anneau de bois secondaire dont la structure est proche du type araucarien primitif ; un cambium, un liber secondaire et une écorce bien développée. L'écorce se décompose en trois parties, une zone interne parenchymateuse parsemée de nids scléreux et de cellules sécrétrices, une zone moyenne lacuneuse séparée de la précédente par un périderme (d'origine secondaire), une zone externe typiquement dictyoxylée, entourée d'un épiderme glanduleux.

Tous ces tissus sont recoupés par des faisceaux de bois primaire qui se distribuent selon une phyllotaxie de 2/5.

B. — MODIFICATIONS ANATOMIQUES EN RAPPORT AVEC LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE LA TIGE

Le schéma donné planche 1, figure A, comme type de l'anatomie d'une tige de *L. oldhamia* n'est pas immuable. Des modifications, notamment du système ligneux, interviennent, sans pour autant que l'organisation générale soit changée.

I. — Variations anatomiques, relevées sur des coupes transversales effectuées sur la tige, à peu de distance les unes des autres

1° Variations anatomiques.

Les changements les plus tangibles affectent le bois primaire. La position et la morphologie des faisceaux, telles qu'elles se présentent sur la coupe n° 283 (pl. 53, fig. 1) sont appelées à se modifier, puisque, nous l'avons vu, la trace foliaire ne reste pas à l'état de simple faisceau caulinaire, mais se divise, transforme ses contours, en traversant l'épaisseur de la tige. La photographie : planche 53, figure 1, ne saisit qu'un stade, dans l'évolution du système ligneux primaire.

Source : MNHN, Paris

SÉRIE A

FAISCEAUX LIGNEUX		GROUPES LIGNEUX V	IV	III	II	I
		N° M 50 x (pl. 5, fig. A)				
F. méd.	Caul.	(Caul. v)	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii)	(Caul. i) 1 p.
	sort.		(— 1) 1 p.			
F. sort. b II		(0) 2 p.				
F. cort. sort.			(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 1 p. 1 p.	(+ 1) A + B 1 p. 1 p.
		N° K¹ (pl. 5, fig. D)				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 2 p.	(Caul. ii) 2 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(0) 1 p.	(— 1) 1 p.			
F. sort. b II						
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 2 p. 2 p.	(+ 1) A B 1 p. 1 p.
		N° 283 (pl. 5, fig. E)				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 2 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(0) 2 p.				
F. b II sort.						
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 1 p. 1 p.	(+ 1) A 2 p.
		N° M 40 (pl. 5, fig. G)				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 2 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii)	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(0) 1 p.				
F. b II sort.						(+ 1) I p.
F. cort. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. ? p.	(+ 2) A + B 1 p. 1 p.	

Source : MNHN, Paris

L'aspect qu'offriraient des sections transversales, pratiquées au-dessus et au-dessous de la coupe type n° 283, est fourni grâce à l'existence de cinq coupes sériées n° M 50 effectuées par dépelliculations successives (pl. 4, fig. A à E), dont les faisceaux primaires de l'une (M 50 q) (pl. 4, fig. C) sont au même stade que sur le n° 283 (pl. 1, fig., A).

Lorsque plus aucun indice de la sortie de (+ 5) n'est visible (pl. 4, fig. C), c'est-à-dire au-dessus de M 50 q, quand le dictyoxylon cortex s'est complètement reconstitué, on assiste alors au dédoublement de (+ 1) et de (Caul. IV). Par contre, au-dessous (pl. 4, fig. E), à la base du rachis où s'est introduit (+ 5), (0) n'a encore pas quitté la moelle.

Depuis sa naissance sur le faisceau caulinaire, une trace foliaire évolue de la même manière, dans tous les groupes ligneux. Ce qui diffère, c'est le moment où elle se dissocie de son caulinaire, cela entraîne forcément un décalage de leur évolution dans chaque groupe ligneux.

2° Formation de la Série A.

Les coupes de cette série, pourvues de quatre à cinq faisceaux corticaux, trouvent leur place dans le diagramme (pl 3, fig. C) de la course longitudinale du bois primaire, reconstituée à partir du n° 283. Il en va de même pour des échantillons isolés : M. 40; 28 Lx1 (pl. 62, fig. 1); 19 B (pl. 62, fig. 3); Pb 488 (pl. 62, fig. 4); M 78 B; 1 K; 404 (pl. 62, fig. 5); 2000 (pl. 62, fig. 2)..., qui, en fonction du stade auquel sont parvenus les faisceaux dans chacun des groupes ligneux, composent la première série, partiellement artificielle ou Série A. L'organisation du bois primaire des sections horizontales des principales tiges de la Série est traduite par les figures A à G de la planche 5 et par le tableau de la page précédente où sont mentionnés, pour chaque faisceau, sa localisation dans l'épaisseur de la tige (moelle, bois secondaire ou cortex), sa composition unique (la lettre A désigne cet état), double (désignation A + B), ou intermédiaire avec coalescence de deux éléments (AB), le nombre de plages parenchymateuses qu'il renferme (1 p. ou 2 p.).

II. — Variations anatomiques sur des coupes transversales pratiquées à des distances éloignées sur la tige

Tous les spécimens qui se rapportent sans ambiguïté à l'espèce *L. Oldhamia* ne se rangent pas systématiquement dans la Série A. Parmi ceux-ci (pl. 61, fig. 1 et pl. 69, fig. 1), deux ont été sélectionnés (pl. 6, fig. A et C) à titre comparatif avec la coupe type n° 283 (pl. 53, fig. 1; pl. 6, fig. B).

1° Variations anatomiques.

Les différences touchent non seulement le système ligneux primaire, mais également la sclérification du parenchyme médullaire et la grandeur des diverses régions de la tige.

a) Dimensions.

N° des coupes :		Pb. 506 (Pl. 6, fig. A)	283 (Pl. 6, fig. B)	5 (Pl. 6, fig. C)
Dimensions en mm	Diamètre	7	11	20
	Moelle	1,06	2,4	5,8
	Bois II	1	2,1	3,6
Rapport $\frac{\text{Moelle}}{\text{Bois II}}$		1	1,1	1,6

Source : MNHN, Paris

Le tableau ci-dessus montre qu'il y a accroissement progressif, concomitant des diamètres de la tige et de la moelle, ainsi que de l'épaisseur maximale du manchon de bois secondaire des figures A à C de la planche 6. Cependant, le rapport $\frac{\text{moelle}}{\text{bois II}}$ reste presque constant.

b) Sclérification de la moelle.

La coupe n° 283 (pl. 6, fig. B) comporte deux ou trois nids scléreux, aux cellules relativement peu sclérifiées. Un nombre beaucoup plus important, accompagné d'une sclérification intense, se remarque sur la coupe n° 5 (pl. 69, fig. 1; pl. 6, fig. C). En revanche, le n° Pb 506 (pl. 64, fig. 1 ; pl. 6, fig. A) offre une moelle absente de toute trace de sclérification, et correspond comme on le verra plus loin à une coupe sommitale.

c) Nombre et évolution des faisceaux ligneux.

I. *Phénomènes observés.*

Les trois sections de la planche 6 ont été pratiquées sur chacune des tiges, au moment où le faisceau cortical le plus âgé entrait dans un pétiole. On voit, sur la partie gauche des figures, une avancée parenchymateuse et une interruption de l'écorce externe qui correspondent évidemment au départ d'un rachis principal sur la tige. La méthode de numérotation des faisceaux, utilisée précédemment, appliquée aux échantillons figurés en A et C sur la planche 6, fait ressortir l'existence commune de cinq groupes ligneux.

Toutefois, à l'intérieur des groupes ligneux, indexés du même numéro d'ordre, le nombre des faisceaux qui les consituent, leur position, le stade qu'ils ont atteint dans le cours de leur évolution, sont extrêmement différents sur chacune des trois sections.

Un tableau de l'état du système ligneux primaire du trio, dressé page 33, met en relief ces différences et permet de saisir une suite progressive dans l'organisation du bois primaire, apparemment fluctuante.

On s'aperçoit tout de suite que les sections Pb 506 (pl. 6, fig. A) 283 (pl. 6, fig. B) et 5 (pl. 6, fig. C) comptent respectivement quatre, cinq et six faisceaux corticaux, à condition d'admettre, qu'en l'absence du faisceau cortical lui-même, les traces de sa sortie, laissées dans le dictyoxylon cortex, suffisent pour l'inclure dans le nombre des faisceaux corticaux. Le phénomène est en liaison directe avec la division prématurée, ou au contraire retardée, des faisceaux caulinaires, le séjour plus ou moins prolongé des faisceaux sortants dans la moelle, le bois secondaire ou le cortex.

Dans le groupe ligneux V, en dehors de (+ 5) qui a atteint la base du pétiole, sur les trois sections de la planche 6, le bois primaire se réduit, en A (n° Pb 506) à son faisceau caulinaire, pourvu de deux pointements de protoxylème. En B (n° 283), apparaît le faisceau médullaire sortant (0), impair, avec un pointement de protoxylème, tandis qu'en C (n° 5), il s'est dédoublé et a déjà traversé la presque totalité de l'anneau ligneux secondaire.

Le faisceau cortical (+ 4) est bien dédoublé sur les trois coupes, mais, au lieu d'avoir deux plages parenchymateuses par élément comme sur les n°s 283 et 5, le n° Pb 506 n'en possède qu'une. De plus, chez ce dernier, le faisceau caulinaire (Caul. IV) n'a qu'un pointement de protoxylème, alors qu'il y en a deux (indice d'une scission prochaine du faisceau) sur le n° 283. La division du faisceau caulinaire a eu lieu en C (n° 5), ce qui explique que, comme Pb 506, il n'ait qu'une plage parenchymateuse, car non seulement (— I) est individualisé, muni de deux pointements de protoxylème, mais il a déjà franchi la zone de bois secondaire.

Ce décalage dans l'évolution des faisceaux se manifeste également dans les autres groupes. Les mêmes distinctions anatomiques, concernant le nombre de pointements de protoxylème, formulées au sujet de (+ 4), sont valables pour le faisceau cortical (+ 3) du groupe Ifl. Là (— 2), absent des figures A et B de la planche 6, est ici présent, avec un pointement de protoxylème, sur la figure C, à la périphérie de la moelle.

Source : MNHN, Paris

FAISCEAUX LIGNEUX		GROUPES LIGNEUX				
		V	IV	III	II	I
		N° Pb 506 (pl. 6, fig. A et pl. 64, fig. 1)				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) I p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
F. méd.	sort.					(+ 1) 1 p.
F. b II sort.						
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A 2 p.	
		N° 283 (pl. 6, fig. B et pl. 53, fig. 1)				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) I p.	(Caul. iv) 2 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
F. méd.	sort.	(0) 1 p.				
F. b II sort.						
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B I p. 1 p.	(+ 1) A 2 p.
		N° 5 (pl. 6, fig. C et pl. 69, fig. 1)				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
F. méd.	sort.			(— 2) 1 p.	(— 3) 1 p.	
F. b II sort.			(— 1) 2 p.			
F. cort. sort.		trace (+ 5) (0) A B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 2 p. 2p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 2 p. 2 p.	(+ 1) A + B 2 p. 2 p.

Le groupe II ne fait pas exception : son système ligneux médullaire se compose simplement d'un faisceau caulinaire, dans lequel ne se discerne qu'un pointement de protoxylème, sur les coupes n^{os} Pb 506 et 283. Le n° 5 associe au faisceau caulinaire (Caul. II) le faisceau médullaire sortant (— 3). Quant au faisceau cortical (+ 2), il montre une évolution anatomique progressive des sections n° Pb 506 où il est impair et pourvu de deux pointements de protoxylème, aux n^{os} 283 et 5 où il est pair et comporte respectivement une, puis deux plages parenchymateuses par élément.

Enfin, dans le groupe I sur la planche 6, en A, le faisceau caulinaire (Caul. I), qui ne renferme qu'un pointement de protoxylème, a émis le faiceau médullaire sortant (+ 1), porteur d'une plage parenchymateuse. En B, le caulinaire n'a toujours qu'un pointement de protoxylème; par contre (+ 1), cette fois, en a deux et peut être considéré comme faisceau cortical. En C, il appartient sans aucun doute à l'écorce ; il s'est divisé en deux constituants enserrant chacun deux plages parenchymateuses, à l'égal du faisceau caulinaire (Caul. I).

Source : MNHN, Paris

2. *Interprétation.*

L'étude comparée du bois primaire de ces trois coupes transversales amène à constater que l'évolution structurale des faisceaux est très lente sur le n° Pb 506 (pl. 64, fig. 1 ; pl. 6, fig. A) ; au contraire, accélérée sur le n° 5 (pl. 69, fig. 1 ; pl. 6, fig. C). La transition ou la situation intermédiaire est assurée par la coupe n° 283 (pl. 53, fig. 1 ; pl. 6, fig. B).

L'évolution plus ou moins rapide de la morphologie et de l'anatomie des faisceaux se traduit par un allongement plus ou moins grand des internœuds. Le phénomène a pu être mis en évidence, en traçant la course longitudinale des faisceaux primaires des coupes Pb 506 et 5, de la manière préconisée au chapitre précédent (p. 28), pour la section transversale n° 283 (pl. 3, fig. B).

Il s'avère que la direction empruntée par les traces foliaires de chaque groupe ligneux des tiges n° Pb 506 (pl. 6, fig. E) et n° 5 (pl. 6, fig. D) est similaire à celle du n° 283 (pl. 3, fig. B et C). Ce qui diffère, c'est la distance approximative « X » correspondant à cinq internœuds, qui sépare, dans le groupe ligneux, les sorties de deux traces foliaires successives : (0) et (+ 5), par exemple. Si les faisceaux sont à un stade différent sur les trois coupes considérées, cela est en liaison avec le fait que la grandeur d'un internœud s'accroit de Pb 506 à 5. A un même grossissement, l'espace compris entre (0) et (+ 1) est très faible sur Pb 506 (pl. 7, fig. A), augmente sur 283 (pl. 3, fig. C) et devient très important sur 5 (pl. 7, fig. B).

Le tableau suivant condense les caractéristiques distinctives des trois coupes transversales.

N° des coupes	Pb 506 (Pl. 6, fig. A)	283 (Pl. 6, fig. B)	5 (Pl. 6, fig. C)
Diamètre	7 mm	11 mm	24 mm
Nids scléreux.	Absents	Peu nombreux (2 ou 3)	Nombreux (10)
Nombre total de faisceaux I individualisés (trace de (+ 5) incluse)	13	15	20
Longueur d'un internœud.	5 mm	11,6 mm	20 mm
Diamètre moelle	1,06 mm	2,4 mm	6,3 mm
Épaisseur B II.	1 mm	2,1 mm	3,3 mm

Il est clair qu'en même temps que le diamètre d'une coupe transversale décroit, les nids scléreux médullaires disparaissent, le nombre des faisceaux, la longueur des internœuds et l'épaisseur du manchon de bois secondaire diminuent.

La comparaison avec les phénomènes connus chez les plantes actuelles invite à penser que les trois schémas A, B et C planche 6, sont l'image de sections pratiquées successivement à des niveaux différents, le long d'une seule tige. Les réflexions, extraites du traité de Ph. Van Tieghem [*90*], étayent cette opinion. En parlant du système libéro-ligneux d'une tige, il écrit (p. 746) :

« Le nombre des faisceaux libéro-ligneux de la tige varie beaucoup, non seulement d'une plante à l'autre, mais dans une même plante, suivant la région de la tige que l'on considère.... Si l'on considère la tige dans sa totalité, on la trouve fusiforme, renflée au milieu, amincie aux extrémités. »

Selon l'auteur, le nombre maximum de faisceaux libéro-ligneux se situe dans la région moyenne de la tige. Des mesures, relevées de la base au sommet de l'organe, il constate encore (p. 262) que :

« Généralement, les premiers entrenœuds restent courts, les suivants s'allongent beaucoup, les derniers demeurent courts de nouveau. »

Source : MNHN, Paris

En définitive, les structures différentes des coupes Pb 506, 283 et 5 (pl. 6, fig. A à C) résulteraient du sectionnement horizontal de trois tiges, à des niveaux distincts pour chacune d'elles. Le n° 5 se situerait dans la région moyenne ou sub-basale,* là où les internœuds sont les plus longs, 283 s'insérerait dans cette même région mais au dessus de 5 (les internœuds sont plus courts et le nombre des faisceaux corticaux moins grand). Quant à Pb 506 (où les internœuds sont courts et le nombre des faisceaux corticaux faible) il avoisinerait le sommet.

2° Formation de la Série B.

Dans le schéma (pl. 7, fig. A) de la course longitudinale du bois primaire établi d'après la coupe transversale n° Pb 506 (pl. 64, fig. 1), s'incorporent des échantillons isolés possédant trois ou quatre faisceaux corticaux. Leur succession, dans un ordre précis, compose une seconde série artificielle B. Les caractéristiques de ces tiges, aux dimensions près (voir p. 43), sont celles de Pb 506, résumées dans le tableau p. 34. D. H. Scott [*83*](p. 36) évoque l'existence de sections ne comprenant que trois faisceaux corticaux ou un nombre inférieur à cinq, à propos desquelles il envisage la possibilité de créer une espèce nouvelle.

La Peel section PG¹, contenant la section figurée planche 63, figure 4 et planche 8, figure G, se signale justement par un cortex externe où toute trace de sortie de faisceau est absente et dont l'évolution du bois primaire de chaque groupe n'est pas très avancée. Le faisceau cortical (+ 5), seul, est dédoublé ; (+ 4) et (+ 3) sont impairs. Quant aux groupes ligneux 1f et I, aucun des faisceaux qui les constituent n'a quitté la moelle : (+ 2) est détaché de son caulinaire et (+ 1) se confond encore avec lui.

Par rapport à la Peel section PG¹, Pb 506 (pl. 8, fig. C) représenterait l'aspect que prendra le bois primaire de la coupe figurée en G planche 8, à un niveau supérieur. La trace foliaire (+ 5) se serait introduite dans la portion basilaire de son rachis, (+ 4) et (+ 3) auraient abandonné leur forme indivise ; (+ 2) atteindrait le cortex, tandis que (+ 1) se séparerait de son caulinaire.

La coupe N. L. 16 (pl. 63, fig. 2 ; pl. 8, fig. F) figurerait une position intermédiaire entre PG¹ (pl. 8, fig. G) et Pb 506, (pl. 8, fig. C) car (+ 2) n'est ni dans la moelle (pl. 8, fig. G), ni dans le cortex (pl. 8, fig. C), mais se trouve au milieu de l'anneau ligneux secondaire.

D'après l'état des faisceaux du système ligneux primaire de Pb 506 (pl. 8, fig. 12 C), il est logique de supposer que (+ 1) va ensuite s'avancer dans l'épaisseur du bois secondaire. Cette hypothèse devient une certitude, si l'on prête attention à l'évolution du bois primaire des quatre coupes sériées 1730, 1731, 1732, 1728 (pl. 8, fig. B, D, E). L'une d'elles, 1732, non figurée, a une disposition de ses faisceaux primaires absolument identique à celle de Pb 506 ; or, en B, c'est-à-dire au-dessus de 1732 et Pb 506, se produit effectivement le départ de (+ 1) de la périphérie de la moelle.

Notons que les sections 1730 et 1731 (pl. 8, fig. D et E), inférieures à Pb 506, sont semblables à cette dernière, mis à part que (+ 1) est encore accolé à son caulinaire.

Sans nul doute, (+ 1) poursuivra sa course au-delà du bois secondaire et du dityoxylon cortex, et à l'emplacement de la sortie de (+ 5), le cortex externe sera complètement refermé avant que (+ 4) n'ait abordé son pétiole. Ce stade est illustré par les coupes 186 A (pl. 63, fig. 3) et 71 (pl. 63, fig. 1 ; pl. 8, fig. A) où (+ 1) a atteint le cortex, (+ 2) s'est partagé en deux et (0) s'apprête à entrer dans le bois secondaire.

Toutes les sections de la planche 8 constituent ainsi une seconde série B, partiellement artificielle, où chacune d'elles trouve sa place dans le schéma de la course longitudinale (pl. 7, fig. A) du bois primaire, effectué à partir de Pb 506. Elles ont en commun leur taille relativement faible (voir tableaux p. 55) (la plus grande (n° 1730) n'excède pas 17 mm), leur nombre peu élevé de faisceaux corticaux : trois et au maximum quatre, et l'absence de nids scléreux dans la région médullaire.

(*) L'anatomie de l'extrême base de la tige sera envisagée ultérieurement, au cours de l'étude des modes de ramifications d'une tige principale (p. 58).

Source : MNHN, Paris

SÉRIE B

FAISCEAUX LIGNEUX		GROUPES LIGNEUX V	IV	III	II	I
		N° 186 A (pl. 8, fig. A) et n° 71 (pl. 63, fig. 1).				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(0) 1 p.				
F. b II sort.						
F. cort. sort.			(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 1 p. 1 p.	(+ 1) A 2 p.
		N° 1728 (pl. 8, fig. B).				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.					
F. b II sort.						(+ 1) 1 p.
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 1 p. 1 p.	(+ 2) A 2 p.	
		N° Pb 506 (pl. 8, fig. C et pl. 64, fig. 1).				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.					(+ 1) 1 p.
F. b II sort.						
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 1 p. 1 p.	(+ 2) A 2 p.	
		N° 1731 (pl. 8, fig. D).				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 2 p.
	sort.					
F. b II sort.						
F. cor. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B	(+ 3) A + B	(+ 2) A 2 p.	

Source : MNHN, Paris

SÉRIE B *(suite)*

FAISCEAUX LIGNEUX		GROUPES LIGNEUX V	IV	III	II	I
		N° 1730 (pl. 8, fig. E).				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 2 p.
	sort.					
F. b II sort.						
F. cort. sort.		?	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A 2 p.	(+ 2) A 2 p.	
		N° M 78 h (pl. 8, fig. F).				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 2 p.
	sort.					
F. b II sort.					(+ 2) 1 p.	
F. cort. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) ?		
		N° PG¹ (pl. 8, fig. G et pl. 63, fig. 4).				
F. méd.	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p. (+ 2) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.					
F. b II sort.						
F. cort. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A 2 p.	(+ 3) A 1 p.		

3° Formation de la Série C.

Cette série, également en partie artificielle, se distingue de la précédente B par des coupes dont les dimensions, lorsqu'il s'agit de tiges adultes, sont généralement importantes (voir p. 43) (la plus petite : XLV (pl. 64, fig. 2) a 16 mm) ; le cortex comporte cinq à six faisceaux ; la moelle est toujours sclérifiée. En outre, et là elle s'éloigne aussi de la série A, se discerne, sur tous les échantillons, un petit faisceau supplémentaire « F. a. », sur la signification duquel nous reviendrons en détail dans le prochain chapitre.

La coupe n° 25 (pl. 69, fig. 4 et pl. 10, fig. D) est l'élément inférieur d'une série de quatre plans transversaux pratiqués sur une même tige. (La sériation est mise en évidence page 45.)

Source : MNHN, Paris

Dans la reconstitution de la course longitudinale du bois primaire d'après la section n° 25, s'inscrivent, à des niveaux divers, d'autres coupes distinctes de la série de ces quatre sections. L'ensemble compose une nouvelle grande série C, représentée sur les planches 9 et 10 et dans le tableau ci-dessous.

A la base de la série se place la coupe n° XLV (pl. 64, fig. 2 ; pl. 10, fig. H). Les traces foliaires (0) et (— 1) comptent parmi les faisceaux médullaires, toutefois ils sont détachés de leur caulinaire. Le cortex ne dénombre que quatre faisceaux, car (+ 1) vient à peine d'entrer dans l'anneau ligneux secondaire.

Nous allons suivre les caractéristiques dominantes de la succession des coupes constitutives de la Série C.

SÉRIE C

FAISCEAUX LIGNEUX		GROUPES LIGNEUX V	IV	III	II	I
		N° 1 (pl. 9, fig. A et pl. 68, fig. 1). N° 464 B (pl. 68, fig. 2)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 2 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(— 5) 1 p.		(— 2) (a III^{-2}) 1 p. 1 p.	(— 3) (a II^{-2})	(— 4) (a I^{-4})
F. b II sort.						
F. cort. sort.		(0)	trace (+ 4) (— 1)	(+ 3)	(+ 2)	(+ 1) ?
		A + B 1 p. 1 p.	A + B 1 p. 1 p.	A + B 2 p. 2 p.	A + B 2 p. 2 p.	A + B ?
		N° 4 (pl. 9 fig. B et pl. 67, fig. 1). N° 341 (pl. 67, fig. 3)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(a IV^{-1}) (Caul. i) 1 p. 2 p.
	sort.	(— 5) 1 p.		(— 2) 1 p. (a III^{-2})	(— 3) (a. II^{-2})	(— 4) 1 p.
F. b II sort.			(— 1) A 1 p.			
F. cort. sort.		(0)	trace (+ 4)	(+ 3)	(+ 2)	(+ 1)
		A + B 2 p. 2 p.		A + B 2 p. 2 p.	A + B 2 p. 2 p.	A + B 2 p. 2 p.
		N° XT (pl. 9, fig. C et pl. 67, fig. 2). N° M 1 (pl. 66, fig. 1)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(— 5) 1 p.	(a IV^{-1})	(— 2) 1 p. (a III^{-2})	(— 3) (a III^{-2}) 1 p. 1 p.	(— 4) 1 p.
F. b II sort.			(— 1) 1 p.			
F. cort. sort.		(0)	trace (+ 4)	(+ 3)	(+ 2)	(+ 1)
		A + B 2 p. 2 p.		A + B 2 p. 2 p.	A + B 2 p. 2 p.	A + B 1 p. 2 p.

Source : MNHN, Paris

Les niveaux H à F de la planche 10 (pl. 64, fig. 3) sont marqués par la pénétration progressive de (0), dans le bois secondaire, l'arrivée de (+ 1) dans le cortex et le détachement du faisceau caulinaire de (— 2).

A partir de la figure E planche 10 (pl. 64, fig. 4), (+ 1) se dédouble.

SÉRIE C *(suite)*

FAISCEAUX LIGNEUX	GROUPES LIGNEUX V	IV	III	II	I
	N° 123 (pl. 9, fig. D). N° 3 (pl. 66, fig. 3). N° 4 Lx III (pl. 66, fig. 2)				
F. méd. + F. a — Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
F. méd. + F. a — sort.	(— 5) 1 p.	(a IV⁻¹)	(— 2) (a III⁻²) 1 p. 1 p.	(— 3) (a II⁻³) 1 p. 1 p.	(— 4) 1 p.
F. b II sort.		(— 1) 1 p.			
F. cort. sort.	(0) A + B 1 p. 2 p. trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B ? 2 p.	(+ 1) A + B 2 p. 2 p.
	N° 5 (pl. 9, fig. E et pl. 6, fig. C)				
F. méd. + F. a — Caul.	(Caul. v) 2 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
F. méd. + F. a — sort.		(a IV⁻¹)	(— 2) (a III⁻¹) 1 p.	(— 3) (a II⁻²) 1 p. 1 p.	
F. b. II sort.		(— 1) 2 p.			
F. cort. sort.	trace (+ 5) (0) A B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 2 p. 2 p.	(+ 1) A + B 2 p. 2 p.
	N° 66 (pl. 10, fig. A)				
F. méd. + F. a — Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(a V°) (Caul. ii) 1 p. 1 p.	(aIV⁻¹) (Caul. i) 2 p.
F. méd. + F. a — sort.			(— 2) (a III⁻²) 1 p.	(— 3) 1 p.	
F. b II sort.		(— 1) 2 p.			
F. cort. sort.	(0) A 2 p. trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 1 p.	(+ 2) A + B 1 p. 1 p.	(+ 1) A + B 1 p. 1 p.

Source : MNHN, Paris

C'est en C sur la planche 10 (pl. 65, fig. 1) que (+ 5) abandonne la tige et que (0) franchit la zone corticale.

Sur les figures B (pl. 65, fig. 2), A, de la planche 10 et E de la planche 9 E (pl. 69, fig. 1), le faisceau médullaire (— 1) commence à s'acheminer dans le bois secondaire et (— 3) s'individualise.

SÉRIE C *(suite)*

FAISCEAUX LIGNEUX		GROUPES LIGNEUX V	IV	III	II	I
		N° 25 (pl. 10, fig. D et pl. 69, fig. 4)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(a V°) (Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 2 p.
	sort.		(— 1) 1 p. (a $1V^{-1}$)	(— 2) (a $1II^{-1}$) 1 p.	(— 3) 1 p.	
F. b II sort.		(0) 2 p.				
F. cort. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 2 p. 2 p.	(+ 1) A B 1 p. 1 p.
		N° 1992 (pl. 10, fig. G et pl. 64, fig. 3)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(Caul.ii) (a II^{-2}) 2 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(a V°)	(— 1) (a IV^{-1}) 1 p. 1 p.	(— 2) (a III^{-2}) 1 p. 1 p.		
F. b II sort.		(0) 1 p.				
F. cort. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) ? ?	(+ 1) A 2 p.
		N° XLV (pl. 10, fig. H et pl. 64, fig. 2)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(a 1^{+1}) (Caul.iii) 1 p. 2 p.	(Caul. ii) 1 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(0) 1 p.	(— 1) 1 p.			
F. b II sort.						(+ 1) 2 p.
F. cort. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 1 p. 1 p.	(+ 3) A + B 1 p. 1 p.	(+ 2) AB 1 p. 1 p.	

Source : MNHN, Paris

Le niveau D de la planche 9 (pl. 66, fig. 2 et 3) se signale par l'apparition des faisceaux médullaires sortants (— 4) et (— 5). Il n'y a plus d'indice de la sortie de (+ 5) sauf sur la coupe transversale de la planche 9, figure D. En superposant cette dernière avec celles qui sont présentées planche 66, figures 2 et 3, la coïncidence des faisceaux est parfaite, à condition de considérer que leur faisceau cortical le plus âgé appartient au groupe ligneux IV et non au groupe V. Ceci justifie la numérotation adoptée, bien que sur la figure D le dictyoxylon cortex soit complètement reconstitué sur tout le pourtour de la tige et que cinq faisceaux corticaux soient présents. La partie corticale comprise entre les groupes V et II des deux sections photographiées a malheureusement été détruite.

Toujours pour les raisons habituelles (mêmes organes environnants, égalité des diamètres, superposition de tous les tissus...), la preuve est formelle que les coupes 4 LxIII (pl. 66, fig. 2) et 3 (pl. 66, fig. 3) sont extraites de la même tige que les lames minces M¹ (pl. 66, fig. 1), XT (pl. 67, fig. 1), 4 (pl. 67, fig. 2) ; 341 (pl. 67, fig. 3) et 1 (pl. 68, fig. 1).

Nous avons ainsi les stades successifs qu'offrent les faisceaux primaires au-dessus de D, sur la planche 9. En C et B par exemple, (+ 4) quitte à son tour la tige. Les traces laissées par sa sortie dans le cortex externe apparaissent sur la lame mince M¹ reproduite planche 66, figure 1. Le faisceau (— 1) aborde le parenchyme cortical en A (pl. 68, fig. 1 et 2) et se dédouble.

Toutes les coupes de cette troisième série trouvent leur position respective sur la figure B, planche 7.

En admettant que les trois coupes Pb 506 (pl. 64, fig. 1), 283 (pl. 53, fig. 1) et 25 (pl. 69, fig. 4) aient été pratiquées à des niveaux de plus en plus proches du sommet de la tige, comme chacune d'elles appartient à une série distincte, il résulterait qu'au-dessus de la série C se placeraient successivement les séries A et B.

4° Formation de la Série D.

En réalité, le passage d'une Série à l'autre s'effectue progressivement, par l'intermédiaire d'autres Séries. Par exemple, entre la série C et A s'intercale fort bien une quatrième Série D.

Les échantillons de la Série D (pl. 11 et 12) possèdent tous quatre à cinq faisceaux corticaux ainsi qu'un faisceau supplémentaire périmédullaire, mais ne s'incorporent pas dans la Série C.

Comparons les sections M 40 (pl. 70, fig. 2; pl. 12, fig. A) et 5 (pl. 69, fig. A; pl. 10, fig. D) qui s'insèrent respectivement dans les Séries D et C. Leurs dimensions sont semblables (18 mm) (voir p. 43) et toutes deux gardent des restes parenchymateux de la partie basilaire du rachis innervé par (+ 5); par contre, sur l'une (lame mince, n° M 40), le faisceau sortant (0) est encore dans la moelle, sur l'autre (n° 5), il est hors du bois secondaire et sur le point de se dédoubler. Il est à rejeter l'hypothèse que la coupe M 40 représenterait, dans la Série C, un niveau inférieur à celui de la lame mince 5, car, dans la Série C, lorsque (+ 5) est dans le cortex moyen de la tige (lame mince n° 25; pl. 9, fig. E), le faisceau sortant (0) a déjà presque achevé de traverser l'anneau ligneux secondaire.

La reconstitution du trajet vertical des faisceaux d'un groupe ligneux de la coupe n° 28 (pl. 7, fig. C) pourrait être celle d'un cordon ligneux quelconque d'une des sections de la Série D : n°s 49 (pl. 70, fig. 1), M 40 (pl. 70, fig. 2), Elle montre que la distance « x » est plus petite que dans la Série C (pl. 6, fig. D; pl. 7, fig. B) et indique par la même occasion une grandeur moindre des internœuds (de la valeur de « x » dépend celle de « X » = 5 internœuds).

Lorsqu'un faisceau sortant pénètre dans un pétiole [soit par exemple (+ 5)], son remplaçant [dans ce cas (0)] s'avance dans le bois secondaire et le cortex, selon un rythme accéléré dans la Série C, par rapport à celui de la Série D.

Source : MNHN, Paris

SÉRIE D

FAISCEAUX LIGNEUX		GROUPES LIGNEUX V	IV	III	II	I
		N° 732 D (pl. 11, fig. A)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) 1 p.	(aV°) 1 p. (Caul. ii) 2 p.	(Caul. i) 2 p.
	sort.		(— 1) 1 p. (a IV⁻¹) ?	(— 2) (a III⁻²) 1 p.		
F. b II sort.						
F. cort. sort.		(0) 2 p.	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 2 p. 2 p.	(+ 1) A + B 2 p. 2 p.
		N° 732 C (pl. 11, fig. B). N° 28 (pl. 11, fig. C)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(Caul. iii) (a III⁻²) 2 p.	(a V°) (Caul. ii) 1 p. 2 p.	(Caul. i) 2 p.
	sort.		(— 1) 1 p. (a IV⁻¹)			
F. b II sort.		(0) 2 p.				
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A + B 1 p. 1 p.	(+ 1) A B 1 p. 1 p.
		N° 49 (pl. 12, fig. B et pl. 70, fig. 1)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v) 1 p.	(Caul. iv) 1 p.	(a I⁺¹) (Caul. iii) 1 p. 2 p.	(Caul. iii) 2 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.		(— 1) (a IV⁻¹)			
F. b II sort.		(0) 2 p.				
F. cort. sort.		trace (+ 5)	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B ? 2 p.	(+ 2) A + B 1 p. 1 p.	(+ 1) A B 1 p. 1 p.
		N° 1462 (pl. 12, fig. C)				
F. méd. + F. a	Caul.	(Caul. v)	(Caul. iv)	(Caul. iii) 2 p.	(Caul. ii) 2 p.	(Caul. i) 1 p.
	sort.	(0) 1 p.	(— 1) (a IV⁻¹) 1 p.			
F. b II sort.						
F. cort. sort.		(+ 5) A + B 2 p. 2 p.	(+ 4) A + B 2 p. 2 p.	(+ 3) A + B 2 p. 2 p.	(+ 2) A 2 p.	(+ 1) A 2 p.

Source : MNHN, Paris

Numéros des coupes et diamètre moyen des tiges en mm

Série A.

N° 283 : 10 mm. N° 28 Lx I : 12,5 mm. N° K^1 : 15 mm. N° M 50 : 15 mm. N° M 40 : 16 mm. N° 19 B : 17,5 mm. N° 404 : 18 mm.

Série B.

N° Pb 506 : 8 mm. N° 71 : 8,5 mm. N° 186 A : 8,5 mm. N° 411 : 8,5 mm. N° PG^1 : 9,5 mm. N° NL^{18} : 10 mm. N° 1730 : 17 mm.

Série C.

N° XLV : 16 mm. N° 1 : 20 mm. N° 3 : 20 mm. N° 5 : 20 mm. N° 19 A : 20 mm. N° 25 : 20 mm. N° 19 B : 24 mm. N° 27 Lx I : 25 mm. N° 17 : 26 mm. N° XT : 31 mm. N° 4641 : 33 mm. N° 1 : 34 mm. N° 3 : 34 mm. N° 4 : 34 mm. N° 4 Lx III : 34 mm. N° 123 : 34 mm. N° 341 : 34 mm. N° 464 B : 34 mm. N° M^1 : 34 mm.

Série D.

N° M 40 : 18 mm. N° 28 : 18 mm. N° 732 : 20 mm. N° 1462 : 23 mm. N° 49 : 30 mm.

Il est à supposer que les Séries se disposent comme suit, en partant de la zone sub-basale de la tige jusqu'au sommet :

Différentes régions de la tige	Appellation des séries et coupes types
Région sommitale	Série B N° Pb 506 (pl. 8, fig. C)
Région moyenne	Série A N° 283 (pl. 5, fig. E)
	Série D N° 28 (pl. 11, fig. C)
Région sub-basale	Série C N° 5 (pl. 9, fig. E)
Région basale ou extrême base	Voir page 58

En comparant avec les phénomènes observés chez les plantes actuelles, il reste à penser qu'avant de passer d'une Série à la suivante, la même série se répète plusieurs fois. Il y a une succession de Séries C, puis, à un certain moment, correspondant à un niveau supérieur sur la tige, s'effectue la transition entre la Série C et D de la manière schématisée sur la planche 13, figure A. Rien n'interdit d'admettre l'existence de plusieurs Séries A précédant la Série la plus sommitale, B.

C. — ANASTOMOSES DES FAISCEAUX PÉRIMÉDULLAIRES

Jusqu'alors, pour ne pas compliquer l'exposé, nous avons considéré que le bois primaire périmédullaire se composait uniquement des faisceaux caulinaires et sortants. Il faut maintenant attirer l'attention sur l'existence d'un faisceau supplémentaire « F. a. », déjà signalé au chapitre précédent.

Dans la littérature, le plus souvent, ce faisceau est passé inaperçu. A. C. Seward [*85*] ne fait aucune allusion à son sujet, bien que la coupe transversale qu'il figure page 41 en soit pourvue. Cependant M. Hirmer [*51*] n'a pas omis de le représenter dans l'interprétation schématique (fig. 4 b) de la section planche 95, figure 4 a. Il le confond avec un simple faisceau sortant (faisceau n° 6).

Source : MNHN, Paris

I. — Caractères de reconnaissanca du faisceau euppiémentaira

Une des raisons pour lesquelles il a été négligé tient à ce qu'il ne se rencontre pas sur toutes les coupes transversales des tiges de *Lyginopteris oldhamia*. Il affecte plus particulièrement les spécimens de grande taille des organes adultes et moins fréquemment les organes jeunes. En tout cas, il est absent des tiges extrêmement jeunes et totalement dépourvues de bois secondaire, ou des sections dont le nombre des faisceaux corticaux est inférieur à cinq.

Il se distingue immédiatement des faisceaux caulinaires (600 μ × 340 μ) et des faisceaux sortants (1 200 μ × 800 μ) par ses faibles dimensions (380 μ × 320 μ). Les quelques trachéides qui le constituent se groupent selon le type mésarche (pl. 69, fig. 3 et 70, fig. 3), dans lequel la plage parenchymateuse se délimite assez mal.

C'est dans la zone comprise entre le faisceau sortant et le faisceau caulinaire de deux groupes ligneux voisins qu'il se localise (pl. 69, fig. 1 et pl. 13, fig. B).

II. — Signification du faisceau supplémentaire

1° Interprétation da M. Hirmar [*51*].

En réobservant la coupe d'où est extraite la pbotographie présentée dans le mémoire de M. Hirmer [*51*], page 95, figure 4 a et schématisée par lui page 95, figure 4 b, l'existence d'un faisceau dit supplémentaire a été découverte.

La figure D, planche 13, reproduit le dessin donné par M. Hirmer [*51*], page 95, figure 4 b, où les faisceaux considérés par lui, du plus âgé au plus jeune, sont numérotés de 1 à 16. Parallèlement, en C, figure la section, telle que nous l'interprétons avec notre mode de numérotation propre, appliqué ici par analogie avec la section n° 25 (pl. 69, fig. 4 ; pl. 10, fig. D).

Le faisceau supplémentaire « F. a. » (pl. 13, fig. C) correspond au faisceau n° 6, dans la numérotation de M. Hirmer (pl. 13, fig. D). Remarquons que ce dernier a accordé plus d'ampleur au faisceau qu'il n'en a en réalité et l'a juxtaposé au faisceau n° 11, alors qu'il en est nettement séparé. Le même phénomène est à signaler pour les faisceaux 8 et 13, d'une part, et 12 et 7, d'autre part. La divergence de vue la plus grave concerne l'attribution, par M. Hirmer, du n° 6 à ce faisceau. Cela suppose, en effet, d'après sa méthode de numérotation, que lorsque 5 aura atteint le cortex, 6 s'avancera alors dans le bois secondaire, de façon à remplacer le faisceau sortant 1. Pour M. Hirmer « F. a. » est une trace foliaire.

Nous allons voir que nous lui accordons une signification tout autre.

2° Interprétation personnelle.

En confrontant la position qu'occupe le faisceau supplémentaire, dans plusieurs séries interrompues distinctes de coupes transversales, son origine et sa destination ne demeurent plus obscures.

a) Origine.

C'est à mi-chemin entre le faisceau sortant (0) du groupe V et le caulinaire du groupe II, qu'à priori s'identifie généralement comme sur la section n° 1992 (pl. 64, fig. 3 ; pl. 71, fig. 3 ; pl. 13, fig. B ; pl. 14, fig. D) le faisceau supplémentaire.

Une observation plus précise des faisceaux médullaires des autres groupes le décèle également entre les groupes IV et I, mais cette fois-ci il est presque contigu au faisceau sortant (— 1) (pl. 70, fig. 3 et pl. 14, fig. E).

Source : MNHN, Paris

Contournons la tige figurée en B sur la planche 13, du groupe I, vers le groupe III. Nous remarquons que le faisceau sortant (— 2) (pl. 70, fig. 4 et pl. 14, fig. F) offre, du côté du faisceau caulinaire du groupe V une protubérance dont l'allure et les dimensions rappellent tout à fait les faisceaux supplémentaires rencontrés antérieurement (pl. 14, fig. D et E).

Les trois schémas D, E et F, planche 14, montrent très bien que le faisceau supplémentaire est d'abord inclus dans le faisceau sortant (— 2), puis séparé par un mince filet parenchymateux du faisceau sortant (— 1) et enfin, très écarté du faisceau sortant (0). Or, (— 2), (— 1), (0) appartiennent respectivement aux groupes ligneux III, IV et V, et représentent les phases successives par lesquelles passe un faisceau sortant. En l'occurrence, le faisceau sortant isole quelques trachéides qui constituent un petit faisceau mésarche (pl. 14, fig. F), lequel se dissocie bientôt de son faisceau d'origine (pl. 14, fig. E), puis s'en éloigne lorsque ce dernier entre dans l'anneau de bois secondaire (pl. 14, fig. D).

Les coupes sériées 3 et 4 Lx III (pl. 66, fig. 3 et 2; pl. 71, 72, 73 et pl. 15, fig. B à K) confirment la naissance du faisceau supplémentaire, à partir d'un faisceau médullaire sortant, et son acheminement vers le faisceau caulinaire voisin, jusqu'à environ la moitié de la distance comprise entre le faisceau du groupe où il est né et le faisceau caulinaire du groupe qui lui est le plus proche.

b) Destinée.

Les sections transversales de tiges de *Lyginopteris oldhamia*, n^{os} 25 (pl. 69, fig. 2 et pl. 10, fig. D), 1, 2, 3 (pl. 10, fig. B) 4 et 5 (pl. 69, fig. 1 et pl. 9, fig. E) sont sériées, comme suffit à le démontrer l'identité de leur diamètre et des végétaux qui l'accompagnent *(Lepidostrobus, Kaloxylon, Stigmaria...)* fossilisés dans une position semblable, sur les six lames minces. La superposition des calques des six sections de la tige en question dénote, en même temps qu'une coïncidence de tous les tissus, une évolution progressive très nette de la coupe inférieure 25, (où (— 1) n'a pas encore franchi le manchon de bois secondaire) jusqu'à la coupe supérieure 5 (où (— 1) et (+ 5) ont respectivement quitté la moelle et le cortex), en passant par les coupes moyenne 1, 2, 3, 4.

Les six sections transversales sériées renferment deux faisceaux supplémentaires, particulièrement bien nets, originaires des faisceaux sortants de deux groupes ligneux différents V et I. Nous conviendrons, pour les distinguer, de leur attribuer la couleur et le numéro d'ordre du groupe auquel appartient le faisceau sortant qui leur a donné naissance, dans la moelle. L'abréviation « a. », suivie du numéro du groupe ligneux, et en exposant le n^{o} du faisceau sortant dont ils sont originaires, désigne ces faisceaux supplémentaires ou mieux, anastomosiques. Par exemple, les faisceaux supplémentaires (a V^{o}) (a IV^{-1}) sont issus des faisceaux sortants (0) et (— 1) des groupes ligneux V et IV, dans la série des coupes 25 à 5.

Sur la coupe inférieure n^{o} 25 (pl. 69, fig. 2; pl. 10, fig. D et pl. 14, fig. C), le faisceau supplémentaire (a V^{o}) a dépassé la moitié de la distance séparant le faisceau médullaire (Caul. v) du groupe V, possesseur du faisceau sortant du bois secondaire (0) qui l'a émis, du caulinaire (Caul. II) du groupe II. C'est parce que le faisceau sortant (0) est déjà dans le cortex, que (a V^{o}) s'est rapproché du caulinaire du groupe voisin. Le faisceau supplémentaire (a IV^{-1}) est, lui, beaucoup plus proche de son faisceau sortant d'origine (— 1), car celui-ci est à peine encastré dans le bois secondaire.

Il semble que, depuis son origine à partir du faisceau médullaire sortant d'un groupe ligneux quelconque, le faisceau supplémentaire ne cesse de se diriger vers le faisceau caulinaire du groupe ligneux voisin. Ceci se vérifie en suivant (a V^{o}) sur les coupes supérieures de la série, où il se rapproche de plus en plus de (Caul. II) (pl. 14, fig. B) pour finalement s'accoler à lui (pl. 14, fig. A). Le trajet de (a V^{o}) en direction de (Caul. II) est récapitulé sur les figures G^{1} à G^{5} de la planche 14.

En résumé, le faisceau supplémentaire naît du faisceau médullaire sortant, appartenant à n'importe quel groupe ligneux, puis s'en sépare, poursuit ensuite sa course vers le faisceau caulinaire du groupe ligneux le plus proche et l'achève en s'anastomosant à ce dernier. « F. a » est donc un faisceau anastomosique.

Source : MNHN, Paris

III. — Rôle et valeur spécifique du faisceau supplémentaire ou faisceau anastomosique

Étant donné que le faisceau médullaire sortant de chaque groupe ligneux émet un faisceau anastomosique, il se construit autour de la moelle un véritable réseau aux mailles constituées de branches de taille inégale (les dimensions des faisceaux anastomosiques, caulinaires et sortants ont en effet des dimensions très différentes). Nous avons essayé de reconstituer, à partir de la coupe n° 25 (pl. 69, fig. 4; pl. 10, fig. D), l'aspect de l'ensemble du système ligneux périmédullaire primaire, tel qu'il se présenterait, étalé dans un plan parallèle à l'axe de la tige. Le principe de construction est le même que celui déjà utilisé pour les diagrammes relatifs à la course longitudinale du bois primaire des cinq groupes ligneux, d'après la coupe transversale d'une tige (voir pl. 15, fig. A).

Au début de ce chapitre, nous avons noté l'absence de faisceaux anastomosiques dans les sections comportant un petit nombre de faisceaux corticaux. Effectivement, nous les rencontrons uniquement dans les Séries C (pl. 9 A à E et pl. 10 A à H) et D (pl. 11 A à C et 12 A à C), qui se placeraient sur la tige (voir tableau page 43) dans la région moyenne ou sub-basale. Les régions sommitales ajouteraient aux caractères qui l'individualisent déjà (diminution du nombre de faisceaux corticaux, absence de sclérification de la zone médullaire...) celui de ne pas construire autour de la moelle de véritable réseau, par l'intermédiaire de faisceaux anastomosiques.

L'anastomose des faisceaux médullaires n'a donc aucune valeur spécifique, elle se rencontre d'ailleurs chez les plantes actuelles aussi bien dans un Philodendron (Aracées) que dans un Papyrus (Cypéracées) d'après Ph. Van Tieghem [*90*] (p. 749.)

« Les faisceaux du cylindre sont unis latéralement en réseau par de courtes branches d'anastomoses transverses ».

Le rôle de l'anastomose se borne vraisemblablement à rendre plus cohérent et à assurer une distribution plus grande de la sève dans les parties moyenne et sub-basale de la tige.

D. — TIGES JEUNES

Aux variations anatomiques observées de la base au sommet d'une tige, se superposent quelquefois celles inhérentes à l'âge de l'organe.

I. — Dimensions

Un trait de caractère commun à toutes les tiges jeunes est leur faible dimension, oscillant entre un diamètre moyen de 1 à 20 mm environ (voir tableau page 47).

II. — L'écorce

L'écorce peut se décomposer en trois parties absolument comparables à celles d'une tige adulte. Des nids scléreux se répartissent dans la zone interne et la zone moyenne montre, au niveau de (+ 5) (n° 253 ; pl. 76, fig. 1) une portion non altérée d'un tissu lacuneux. Enfin, l'écorce externe est du type dictyoxylé typiquement lyginoptéridien mais, là encore, la sclérification des bandes scléreuses n'est pas très prononcée. L'épaississement des parois des futures fibres sclérenchymateuses n'est pas plus accentué que celui des membranes des trachéides du bois primaire (pl. 75, fig. 2 et 3), si bien que l'aspect caractéristique de bandes sombres alternant avec les bandes plus claires du dictyoxylon cortex d'une tige adulte est à peine accusé. Le tout est protégé par un épiderme glanduleux typique.

Source : MNHN, Paris

III. — Bois secondaire

La jeunesse d'un individu se révèle par une diminution générale des dimensions par rapport à celles de l'adulte, mais c'est essentiellement l'épaisseur plus ou moins grande de l'anneau de bois secondaire qui nous renseigne sur l'âge d'un spécimen. Cela ne signifie pas pour autant que des coupes transversales de diamètre égal comportent exactement la même épaisseur de bois secondaire. Nous savons que cette dernière est extrêmement fluctuante sous des influences diverses. Néanmoins, il s'avère que, généralement, une tige de petite taille a un manchon de bois secondaire peu développé.

Une tige de 20 mm (n° E^1 ; pl. 65, fig. 1) a une épaisseur maximale de bois secondaire de 2 mm. Elle n'est plus que de 0,75 mm et constituée d'une dizaine de rangées, disposées autour de la moelle, dans une tige au diamètre moyen de 12 mm (n° M 50 d ; pl. 75, fig. 4), de 0,25 mm et composée de cinq rangées de trachéides, pour une tige de 7 mm (n° 78 Lx II; pl. 75, fig. 2; pl. 16, fig. C), de 0,05 mm avec seulement une ou deux rangées d'éléments radiaux, sur une section transversale (n° H 5 ; pl. 75, fig. 3 ; pl. 16, fig. B), qui n'a que 4 mm de diamètre. A la limite extrême (n° M 9; pl. 75, fig. 1 ; pl. 16, fig. A), c'est-à-dire pour une tige de 1 mm, il y a absence totale de bois secondaire (voir tableau ci-dessous).

N° des coupes	Diamètre moyen de la tige en mm	Épaisseur maximale du bois secondaire en mm
M 9	1	nulle
H 5	4	0,05
78 Lx II	7	0,25
M 50 d	12	0,75
253	12	0,80
732	16	1
E^1	20	2

IV. — Bois primaire

Le bois primaire d'une tige jeune n'offre aucun caractère particulier. Il se compose de cinq groupes ligneux et évolue de la manière classique (voir pl. 3, fig. A et pl. 16).

Les coupes n° 449 (pl. 77, fig. 2; pl. 16, fig. D) et 732 (pl. 11, fig. A), par leurs dimensions (11 mm) et la faible épaisseur du bois secondaire (1 mm) sont à grouper parmi les spécimens jeunes. Elles présentent avec netteté un faisceau supplémentaire (a IV^{-1}), (a I^{+1}), (a II^{-3}). Comme pour la tige adulte, dans la région moyenne ou sub-basale de ces spécimens, les faisceaux primaires forment un réseau léger autour de la moelle.

V. — La moelle

Dans ses tout premiers stades de jeunesse, le parenchyme médullaire est dépourvu de nids scléreux (pl. 75, fig. 3).

Un début de sclérification apparaît (pl. 75, fig. 4) en même temps que l'anneau ligneux secondaire s'épaissit. Elle ne revêt pas encore l'aspect de nids scléreux bien caractérisés. En des points épars et groupées d'une manière informe, des cellules aux parois brunâtres tranchent sur le parenchyme.

Les cellules sécrétrices isolées sont déjà présentes (pl. 75, fig. 3).

Source : MNHN, Paris

E. — MODES DE RAMIFICATION

I. — Bourgeons axillaires (B. a.)

Généralement, une tige se ramifie par développement de bourgeons axillaires. Les coupes transversales sériées d'une tige n° M 25 dont le diamètre moyen = 33 mm permettent de suivre la naissance d'un tel bourgeon, excellemment conservé, malgré la délicatesse de ses tissus méristématiques.

La section la plus basale (n° M 25 a; pl. 77, fig. 3 et pl. 17, fig. F) est classiquement constituée de cinq groupes ligneux primaires. La trace foliaire (+ 5) s'apprête à quitter la tige. Là, il n'y a encore aucune trace de bourgeon axillaire.

Sur M 25 b (pl. 98, fig. 1 et pl. 17, fig. E), la frontière : tige-pétiole est délimitée par une barre obscure, où la composition cytologique se distingue difficilement. Entre cette barre et le cylindre central de la tige, un ensemble de tissus correspondent à ceux du bourgeon axillaire.

Un peu au-dessus du point d'insertion du pétiole sur la tige (n° M 25 e et f ; pl. 77, fig. 2 et pl. 17, fig. C et D), la dissociation de ces deux organes et la sortie de (+ 5) laissent des traces dans le dictyoxylon cortex. A l'endroit du passage de (+ 5), l'écorce dictyoxylée est occasionnellement interrompue et remplacée par une lame épaisse de tissu, uniquement parenchymateux, constitué de cellules isodiamétriques particulièrement petites (33 μ) où se disséminent de nombreuses cellules sécrétrices. Cette lame s'étale largement (pl. 17, fig. J) en débordant l'épiderme de la tige en un éventail dont le bord supérieur rectiligne est profondément indenté. Chaque indentation en doigt de gant (pl. 17, fig. J) correspond à une glande épidermique.

Bientôt (n° M 25 g ; pl. 79, fig. 1 et pl. 17, fig. I), la lame parenchymateuse s'invagine, par constriction de ses bords latéraux, et arrondit son bord supérieur, protégé de nombreuses glandes sécrétrices, la plupart sectionnées transversalement. Des cellules d'aspect brunâtre paraissent s'organiser en deux demi-cercles concentriques. Dans le plus externe, juste sous la bordure des glandes sécrétrices, se devinent des bandes alternantes brunes sclérifiées et claires parenchymateuses, qui par leur situation périphérique suggèrent un dictyoxylon cortex [É. (B. a.)]. Dans le plus interne, les cellules sont toutes également sombres et correspondent vraisemblablement à la différenciation initiale de l'anneau ligneux secondaire [B^2 (B. a)]. En plus des bandes sclérifiées de la future écorce externe, les éléments scléreux se groupent en amas, pour constituer les premiers nids scléreux [N. (B. a)] et s'intercalent dans les parties restées parenchymateuses, entre le dictyoxylon cortex et le bois secondaire et à l'intérieur de ce dernier, c'est-à-dire d'après leur localisation, dans le cortex et la moelle (M. (B. a) du bourgeon du rameau naissant.

Ensuite (n° M 25 h ; pl. 79, fig. 2; pl. 17, fig. A et G), les invaginations latérales de l'avancée parenchymateuse progressent et finissent par isoler une masse ovale, comportant les tissus en voie de différenciation. Il s'agit, sans nul doute, d'un bourgeon axillaire, enrobé de glandes sécrétrices, lesquelles jouent le rôle de protection dévolu aux écailles dans les bourgeons écailleux.

La figure H., planche 17, correspond à la partie centrale du bourgeon axillaire de la figure 1 de cette même planche.

II. — Ramifications axillaires (R. a.)

Les tiges de *Lyginopteris oldhamia*, qui émettent un rameau axiliaire, ont un diamètre moyen très variable, compris entre 5 et 30 mm. L'épaisseur de leur anneau de bois secondaire n'est pas excessive (0,75 à 4 mm), mais indique que, le plus fréquemment, les tiges sont adultes (voir tableau p. 49).

La présence d'un faisceau anastomosique périmédullaire (pl. 89, fig. 2 à 4) n'est pas exclue des tiges en voie de ramification.

Source : MNHN, Paris

Sur la coupe transversale d'une tige et dans le rayon passant par l'axe de symétrie de la paire de faisceaux vasculaires d'une trace foliaire, en un mot, à l'aisselle d'un pétiole, s'élaborent, selon deux types totalement différents, des ramifications qui, en raison de leur position, peuvent être taxées d'axillaires.

1° Ramifications de type I.

Plusieurs séries distinctes de coupes successives et de sections isolées ont permis de mettre en évidence ce premier mode de ramification. L'une des séries est schématisée et décrite par D. H. Scott [*83*] (p. 39) en partant des travaux de W. E. Brenchley [*15*]. Il s'agit de la série 2073... 2096 figurée planches 80 à 84 et planches 18, 19. L'occasion m'a été donnée de revoir à Londres le matériel d'étude de W. E. Brenchley et de D. H. Scott et d'aboutir, après observation, également d'autres échantillons, sériés ou non, à une interprétation quelque peu différente de la leur.

a) Modifications d'une tige principale en voie de ramification.

Les tiges principales sur le point de se ramifier ont en plus d'un diamètre et d'une épaisseur de bois secondaire très différents selon les spécimens, une sclérification médullaire, elle aussi extrêmement fluctuante.

N° des coupes	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale B. II	Sclérification médullaire
000	5	0,75	Nulle.
H 6	11	2	Faible.
2074	16	1,7	Normale.
82	23	2,5	Faible.
1827	25	5,7	Normale.
515/5	27	4	Normale.
M 56 a	30	4	Normale.

La morphologie de leur système ligneux se modifie et d'après W. E. Brenchley l'ordre phyllotaxique de 2/5 est perturbé.

— *Premier stade.*

Dans le cortex de la tige n° 2072; 2073; 2074 (pl. 80, fig. 1 et pl. 19, fig. F) se constitue, à l'emplacement d'une brèche foliaire et en retrait de l'anneau ligneux secondaire principal sur lequel il s'appuie, un arc semi-circulaire de bois secondaire. Sur la coupe n° 26 Lx II, parvenue au même stade, figurée planche 88, fig. 1 et 3, dans la concavité de cet arc, se différencient, au sein du parenchyme médullaire de la tige mère, des files radiales de trachéides. La différenciation épargne toutefois un ilot central parenchymateux.

D. H. [*83*] (p. 39, fig. 201), a attribué un numéro d'ordre aux traces foliaires corticales de la tige mère, en instance de ramification, qui révélerait une phyllotaxie de 1/5 au lieu de 2/5. Après avoir examiné avec soin le contour, le nombre de plages parenchymateuses de chaque faisceau et, le cas échéant, l'épaisseur du bois secondaire qui le couronne, on s'aperçoit que cette numérotation est assez arbitraire. Elle ne concorde avec la nôtre qu'en ce qui concerne les traces foliaires lt^5 et lt^2 (voir pl. 20, fig. A).

Source : MNHN, Paris

La trace foliaire corticale, la plus âgée, est effectivement bien lt^5 (*), déjà isolée des autres par la différenciation de deux avancées de dictyoxylon cortex, dans l'écorce moyenne parenchymateuse. Les deux faisceaux qui la constituent comportent deux plages parenchymateuses et un sinus médian sur leur bord inférieur. La plus jeune, lt^1, a également deux constituants, mais ceux-ci ont une configuration presque circulaire, ne possèdent qu'une plage parenchymateuse et sont encore coiffés de bois secondaire.

Le désaccord intervient au sujet des autres traces foliaires. On ne voit pas, par exemple, sur quel argument s'est appuyé D. H. Scott pour affirmer que :

— lt^3, impair, est plus âgé que lt^1, par contre déjà scindé en deux ;

— lt^3 est plus jeune que lt^5, alors que toutes deux, également distantes de l'anneau ligneux secondaire, offrent absolument les mêmes caractères structuraux, un contour régulièrement ovale et deux plages parenchymateuses.

Une numérotation plus compatible avec l'évolution structurale normale d'un faisceau ligneux primaire, dans une tige de *Lyginopteris oldhamia*, s'impose après avoir comparé en les superposant la section 2074 (pl. 80, fig. 1) et le n° 28 (pl. 70, fig. 2) de diamètre égal (**).

Les traces foliaires corticales les plus jeunes lt^1 et (+ 1), pourvues toutes deux d'une épaisseur de bois secondaire équivalente et d'un faisceau unique, avec deux pointements de protoxylème (+ 1), ou bien de deux faisceaux encore accolés, avec une plage parenchymateuse par élément (lt^1), coïncident. Pareillement lt^5 et lt^4 se placent respectivement dans le champ de (+ 4) et (+ 2). Les traces foliaires lt^5 et (+ 4) sont d'ailleurs constituées d'une paire de faisceaux présentant le même écartement l'un par rapport à l'autre, le même nombre de plages parenchymateuses (quatre) et la même configuration générale (un sinus médian interne). Les traces foliaires lt^4 et (+ 2) ont une structure très voisine : les plages parenchymateuses de (+ 2) sont en voie de division, tandis qu'en lt^4, leur dédoublement a eu lieu. Quant à (+ 3), composée de deux faisceaux ovales, munis chacun de deux plages parenchymateuses, elle a le même aspect que lt^3 et lt^3 réunies et s'insère en leur milieu. Si les deux faisceaux de (+ 3) s'écartaient de la distance qui sépare lt^3 de lt^3, le système ligneux primaire de la coupe 28 (pl. 70, fig. 2) serait identique à celui de la section 2074 (pl. 70, fig. 1). Il est tout à fait vraisemblable de supposer que lt^3 et lt^3 correspondent aux deux faisceaux de (+ 3) qui, par suite de l'avancée du bois secondaire de la future ramification axillaire, dans le cortex de la tige mère, sont contraints de s'éloigner l'un de l'autre.

L'existence, à un niveau inférieur aux deux coupes 28 et 2074, d'une cinquième trace foliaire, entre (+ 2) et (+ 3), sur la tige normale (n° 28) (comme l'atteste la moindre épaisseur du dictyoxylon cortex à cet endroit) et entre lt^4 et lt^3, sur la tige prête à se ramifier (n° 2074 est prouvée par l'observation de la coupe supérieure 2079 (pl. 22, fig. D) de la série. Sur celle-ci, le faisceau médullaire sortant, alternant avec lt^4 et lt^3, s'achemine dans le bois secondaire, dans la même direction que le faisceau sortant (0), prêt à remplacer (+ 5) sur la coupe n° 28.

L'équivalence entre les deux façons de numéroter les traces foliaires corticales d'une tige sur le point d'émettre un rameau axillaire est la suivante :

$$\begin{array}{rcl} & lt^1 = (+1) \\ & t^4 = (+2) \\ lt^3 + lt^3 = & (+3) \\ & lt^3 = (+4) \\ & (+5) \text{ est absent ; (0) va quitter la moelle.} \end{array}$$

(*) *lt* = abréviation de « leaf trace » dans la numérotation des traces foliaires d'après D. H. Scott.

(**) Afin de rendre le schéma plus intelligible, les 2 sections de la planche 20 sont représentées à un grossissement différent.

Source : MNHN, Paris

Elle suppose deux interprétations différentes du comportement du bois primaire dans une tige principale, au moment où celle-ci va se ramifier. Nous sommes d'accord avec D. H. Scott pour dire qu'il y a cinq traces foliaires corticales, mais à l'encontre de sa pensée, celles-ci conservent la disposition phyllotaxique de 2/5. La trace foliaire voisine de lt^1 = (+ 1) n'est pas (+ 2) mais (+ 3), et dans ce cas il n'y a nullement passage de la phyllotaxie 2/5 à 1/5, dans une tige se disposant à se ramifier, comme le laissait entendre la numérotation adoptée par D. H. Scott. De cette dernière, il ressortait également qu'un rameau naît entre deux traces foliaires (lt^3 et lt^2), d'où le doute énoncé par l'auteur concernant l'axillarité de ce mode de ramification :

« It thus appears not to have been axillary for its position does not correspond to that of a leaf. » Cette objection n'est plus valable, si l'on considère que le rameau se forme dans le plan de symétrie de la trace foliaire (+ 3).

Il reste maintenant à savoir comment se comporte le bois primaire périmédullaire dans une tige qui s'apprête à donner naissance à un rameau.

En dehors de l'écartement inhabituel des deux faisceaux de la trace foliaire (+ 3), des transformations anatomiques se produisent au sein de la moelle (pl. 80, fig. 1 ; pl. 85, fig. 1 et pl. 87, fig. 1). Dans la tige mère se retrouvent les faisceaux médullaires, appartenant aux cinq groupes ligneux, soit (0) ; (Caul. IV) ; (Caul. III) ; (Caul. II) et (Caul. I), tous indivisés (pl. 19, fig. F). En outre, du métaxylème primaire s'organise (pl. 19, fig. F et pl. 27, fig. L) à l'intérieur de l'évagination de bois secondaire, entre les faisceaux médullaires de la tige mère (0) et (Caul. III). Ce bois primaire supplémentaire se compose de plusieurs parties : quatre s'accrochent sur le bord interne de l'arc semi-circulaire de bois secondaire (une médiane, parfaitement individualisée, et trois latérales assez informes) et envoient des digitations en direction d'une cinquième parcelle, libre, au sein de la région médullaire du futur rameau.

En résumé, dans un premier stade, les tissus corticaux, ligneux et médullaires de la tige mère forment une protubérance, dans l'axe de symétrie des faisceaux d'une trace foliaire. Dans cette avancée, se différencient un arc semi-circulaire de bois secondaire et des masses irrégulières de métaxylème primaire, réparties dans la portion parenchymateuse, située à l'intérieur de la demi-couronne ligneuse secondaire, principalement, sur le bord interne de celle-ci.

Deuxième stade.

Les transformations du bois secondaire et primaire se poursuivent.

La différenciation de la deuxième moitié de l'arc semi-circulaire s'achève et la tige principale englobe alors deux couronnes de bois secondaire (pl. 19, fig. E ; pl. 81, fig. 1 ; pl. 85, fig. 4 et 5 ; pl. 89, fig. 2 et 3 ; pl. 90, fig. 1, 2 et 3 et pl. 22 fig. B.) de diamètre et d'épaisseur inégaux qui s'éloignent progressivement l'une de l'autre.

Le pétiole innervé par (+ 4) se détache de la tige n° 2079 et 2080, (pl. 19, fig. C) ; n° 515/6 (pl. 85, fig. 5 et pl. 22, fig. A) ; n° 83 (pl. 89, fig. 3) ; n° M 56 c (pl. 90, fig. 4).

Quant aux deux faisceaux α et β de (+ 3), ils s'allongent, et une indentation médiane apparaît sur leur bord interne.

Le faisceau sortant (0) s'avance dans l'anneau ligneux secondaire de la tige émettrice.

Les faisceaux qui étaient antérieurement groupés dans la demi-couronne externe de bois secondaire de la future ramification se sont dissociés, étalés vers la moitié de la couronne de bois secondaire dernièrement formée, pour constituer sur le cercle interne de celui-ci des faisceaux de bois primaire, plus ou moins accolés (pl. 19, fig. C ; pl. 81, fig. 1 ; pl. 85, fig. 2). On peut comparer l'allure du système ligneux primaire dans les sections 2078 et 2084, sur les figures C, planche 19 et F, planche 18. En même temps, le faisceau médian, qui était le premier à s'individualiser (pl. 19, fig. D ; pl. 27, fig. A) s'introduit dans le bois secondaire (pl. 81, 82 ; pl. 19, fig. C ; pl. 22, fig. C) puis dans le cortex de la ramification ultérieure, (pl. 82, fig. 1 ; pl. 22, fig. A).

Source : MNHN, Paris

b) INDIVIDUALISATION DU RAMEAU AXILLAIRE ; ÉVOLUTION DES TISSUS DANS LA TIGE MÈRE ET LA RAMIFICATION.

La protubérance initiale, où se sont différenciés le bois primaire et secondaire du rameau axillaire, s'accroit, finit par se détacher de la tige mère. Rameau axillaire et tige mère poursuivent ensuite, individuellement, leur évolution.

1. TIGE MÈRE.

A partir du moment où le pétiole (+ 4) et la ramification se séparent de la tige, sur laquelle ils ont pris naissance, cette dernière ne comporte plus, transitoirement dans la série 2072... 2095 (pl. 19, fig. C), que deux traces foliaires corticales : (+ 2) et (+ 1), puisque (+ 4) est entré dans son pétiole, (+ 3) dans le rameau axillaire et que (+ 5) a, lui aussi, quitté la tige depuis longtemps. Dans les autres séries n° 37 à 41 (pl. 22, fig. B) ; n° M 56 a à M 56 o ; n° 82 à 84, il reste trois faisceaux corticaux, car (0) a déjà atteint la zone corticale, ce qui ne s'effectue pour la première série que sur la coupe supérieure 2087 (pl. 18, fig. E). La planche 18 reproduit la suite de ces phénomènes.

Lorsque (— 1) s'introduit dans l'anneau ligneux secondaire (n° 2090 ; pl. 83, fig. 1 ; pl. 86, fig. 2 ; pl. 18, fig. D), (0) se dédouble.

A un nivcau un peu plus élevé encore (n° 2091 et 2092 ; pl. 18, fig. C), nous sommes cette fois en présence de quatre traces foliaires corticales, (— 1), à son tour, étant parvenu dans le cortex (pl. 90, fig. 4).

Dans les dernières coupes de la série (n° 2093 à 2095 ; pl. 18, fig. B et A), (— 2) et (+ 2) s'acheminent respectivement dans le bois secondaire et la base d'un rachis.

Une évolution identique du système ligneux primaire se retrouve dans les séries figurées (pl. 21, 22, 85, 86, 87, 89, fig. 2 à 4 et 90).

L'émission d'un rameau axillaire ne déclenche aucun changement dans le mode de sortie des traces foliaires de la tige mère, l'arrangement phyllotaxique de 2/5 n'est nullement perturbé.

2. RAMIFICATION AXILLAIRE.

Le tableau ci-dessous indique que le diamètre, l'épaisseur du bois secondaire et l'importance de la moelle, varient d'une ramification à l'autre. Leurs dimensions sont généralement moyennes.

N° des coupes	000	2084	M 56 k	41	84
Diamètre moyen en mm.	4,5	10	15	16	22
Épaisseur maximale du bois II en mm	0,5	0,7	1	2	1,7
Diamètre moyen de la moelle en mm .	0,7	1,4	3,2	3	2,2
Sclérification médullaire	à peine marquée				

Quand le rameau axillaire est indépendant de la tige mère n° 2082 (pl. 19, fig. A ; pl. 82 et 83, fig. 1) ; n° 41 (pl. 86, fig. 5 ; pl. 21, fig. A) ; n° 84 (pl. 89, fig. 4) ; n° M 56 k (pl. 90, fig. 4), il a acquis une composition anatomique particulière qui évoluera ensuite selon des modalités qui lui sont propres.

Le caractère original dominant est la présence constante de deux à trois (au maximum) traces foliaires corticales associées à trois ou quatre faisceaux périmédullaires, dont certains s'étalent autour de la moelle davantage que de coutume dans la tige mère (pl. 82, fig. 1). C'est très vraisemblablement à quelques unes d'entre elles ou à leurs similaires, auxquelles D. H. SCOTT [*83*] page 34, fait allusion dans un paragraphe relatif à de jeunes tiges,

Source : MNHN, Paris

« In some of them, the phyllotaxis appears to have sometimes been 1/3 instead of 2/5 ; sclerotic nests are often absent from the pith »... « Others small specimen are more remarkable, in so far, that the primary xylem strands are to a considerable extend fused laterally, so as to form a more or less continuous ring round the pith ».

Nous allons essayer de suivre les étapes successives qui marquent les modifications anatomiques importantes, dans un rameau axillaire, depuis le moment où il s'est détaché de la tige mère.

— *Premier stade.*

Les transformations du bois primaire qui continuent à s'effectuer dans le rameau séparé de sa tige mère, confèrent à la moelle une hétérogénéité particulière, en ce sens que ce ne sont pas des nids scléreux qui se mêlent aux cellules parenchymateuses et sécrétrices, mais des trachéides isolées ou groupées de métaxylème primaire (voir pl. 82, fig. 1 ; pl. 87, fig. 5). Elles proviennent du remaniement des premières masses de bois primaire formées (comparer les schémas C et F des planches 19 et 18) d'où se sont détachées les digitations aux contours désordonnés qui, tout en migrant vers le bord interne supérieur de l'anneau ligneux secondaire (pl. 19, fig. A), ont laissé des résidus dans la moelle. Cependant ces trachéides en se regroupant et en se modelant, finissent par prendre la forme de faisceaux périmédullaires plus réguliers (pl. 18, fig. F). On parvient à en distinguer cinq, plus ou moins étalés et plus ou moins rapprochés les uns des autres, autour de la moelle (pl. 18, fig. F).

L'anneau de bois secondaire qui entoure maintenant complètement le bois primaire périmédullaire s'interrompt seulement pour le passage du faisceau médian, pourvu d'une plage parenchymateuse. Nous lui décernerons le numéro (+ 5 A), car il est le premier des faisceaux élaborés initialement dans la tige mère, en supplément des faisceaux normaux, à quitter la région médullaire du rameau. Nous verrons ultérieurement qu'il appartient au groupe ligneux V, lequel par définition, possède la trace foliaire corticale la plus âgée (+ 5). Les deux faisceaux latéraux (+ 3 α) et (+ 3 β) qui innerveront avant (+ 5 A) les deux premiers pétioles de la base du rameau sont, eux aussi, originaires de la tige mère, avec cette différence que, pour ce faire, les faisceaux normaux de celle-ci en ont été soustraits.

Les deux traces foliaires latérales corticales (+ 3 α) et (+ 3 β) sont presque diamétralement opposées, toutes deux placées à égale distance du manchon de bois secondaire et sur le point de se diviser (deux plages parenchymateuses) (pl. 87, fig. 3 et 4 et pl. 82, fig. 1).

— *Deuxième stade.*

Dans une deuxième étape, la physionomie du rameau change par l'adjonction d'une troisième trace foliaire corticale, fournie par le faisceau médian (+ 5 A), lequel a dédoublé sa plage parenchymateuse (pl. 18, fig. E). Un dédoublement analogue des plages parenchymateuses se produit dans chaque faisceau des deux traces foliaires opposées (+ 3 α) et (+ 3 β) (pl. 18, fig. E; pl. 87, fig. 3 et 4), qui finissent par se partager en deux (pl. 18, fig. D ; pl. 21, fig. C ; pl. 84, fig. 1).

Un deuxième faisceau médullaire (+ 4 A) franchit l'anneau ligneux secondaire et le système ligneux primaire périmédullaire comprend à présent trois faisceaux trés étalés : deux alternant avec le faisceau médian et le troisième se situant entre le faisceau sortant (+ 3α) et (+ 4 A) (pl. 18, fig. D ; pl. 21, fig. A ; pl. 84, fig. 1). En comparant les coupes 2084 (pl. 18, fig. F) et 2089 (pl. 18, fig. D), il est visible que le faisceau situé à droite de (+ 3 β) occupe, sur la figure H, planche 27, une plus grande surface qu'en B sous forme de (+ 4 A). Comme dans toutes les tiges de *Lyginopteris*, lorsqu'un faisceau s'engage dans le bois secondaire, il s'en détache, auparavant, une portion correspondant au caulinaire du faisceau sortant. Ce faisceau caulinaire peut être identifié (l'indentation médiane du bord inférieur d'un faisceau est l'indice d'une séparation future) sur le faisceau localisé dans l'axe de (+ 4 A), dans les coupes n° 515/6 (pl. 22, fig. A ; pl. 85, fig. 5), n° 39 (pl. 21, fig. E; pl. 85, fig. 4), n° 515/8 (pl. 21, fig. C ; pl. 86, fig. 2). Ces dernières, par la position et la morphologie des deux faisceaux latéraux, s'insèrent fort bien dans la série 2072... 2094, au niveau de 2087 en M, L, K sur la planche 27 approximativement, et comblent la lacune de la série où les

Source : MNHN, Paris

numéros 2088 et 2089 font justement défaut. D'autre part, sur ces échantillons, l'écartement des deux faisceaux alternant avec (+ 3 β) est beaucoup plus patent. Comment expliquer, alors, que la section supérieure 2089 (pl. 27, fig. B) soit apparemment dépourvue du caulinaire de (+ 4 A) ? Il faut admettre qu'il est allé s'accoler au faisceau situé à gauche de (+ 3 β). Celui-ci possède, en effet, une triple indentation, dont la plus proche de (+ 4 A) délimite une portion de bois primaire équivalente à celle du caulinaire d'un faisceau sortant, tel que (+ 4 A).

Une seconde fusion s'est indéniablement effectuée entre les deux faisceaux médullaires situés à droite de (+ 3 α), dans le passage des coupes, 2084, (pl. 18, fig. F) ou 515/6 (pl. 22, fig. A) à 2089 (pl. 18, fig. D).

La moelle est généralement mal conservée. Un lambeau épargné par la destruction sur la section n° 515/8 (pl. 86, fig. 2), offre le même aspect que sur la coupe inférieure n° 39 (pl. 87, fig. 5) : parenchyme parsemé de trachéides de métaxylème primaire et très probablement de fibres sclérenchymateuses groupées formant les taches très sombres.

— *Troisième stade.*

Une troisième phase, donnée par les deux dernières coupes n° 2093 (pl. 18, fig. B) et 2094 (pl. 18, fig. A ; pl. 84, fig. 2 et pl. 26, fig. H) montre que les deux paires de faisceaux latéraux (+ 3 α) et (+ 3 β) disparaissent en même temps, ce qui signifie qu'à la base de la ramification s'installent deux pétioles opposés ou sub-opposés. Leur position symétrique et les changements structuraux dont ils étaient l'objet, déjà dans la tige mère, le laissaient présager.

La coupe transversale du rameau (pl. 18, fig. A ; pl. 84, fig. 2 et pl. 26, fig. H) n'offre plus à nouveau que deux traces foliaires corticales : (+ 5 A) dédoublé et (+ 4 A) qui a dépassé la zone de bois secondaire. Celle-ci est recoupée par un troisième faisceau sortant (avec une plage parenchymateuse), après (+ 4 A), auquel on peut assigner le numéro d'ordre (+ 3 A).

En alternance avec les trois traces foliaires sortantes se placent trois faisceaux périmédullaires, allongés, au contour régulier dépourvu de digitations.

En l'absence des coupes sériées inférieures, le système ligneux primaire de la coupe n° 2094 (pl. 84, fig. 2 ; pl. 18, fig. A) pourrait être interprété de la manière suivante : les traces foliaires sortantes auraient pour caulinaires les trois faisceaux médullaires alternes (pl. 23, fig. 1). Le rameau ne comporterait que trois groupes ligneux et, par suite, une phyllotaxie de 1/3 caractériserait ce premier type de ramification axillaire. Dans le cadre de cette hypothèse, les deux traces foliaires latérales seraient remplacées par les faisceaux sortants (+ 3 A) et (+ 4 A). Ceci est peu probable, à en juger par la superposition, compte tenu de l'évolution relative des faisceaux sortants, des sections 2089 (pl. 31, fig. 1) et 2094 (pl. 83, fig. 2 ; pl. 23, fig. F). Les traces foliaires (+ 3 α) et (+ 3 β) se situent sur deux rayons qui ne passent ni par (+ 3 A), ni par (+ 4 A).

D'ailleurs, à la différence de (+ 3 α) et (+ 3 β), du point de vue évolutif, les faisceaux (+ 4 A) et (+ 3 A) se succèdent. Il serait assez paradoxal que des traces foliaires soient remplacées, à un niveau supérieur et dans le même plan vertical, par des traces foliaires alternantes.

Depuis que nous connaissons l'allure que prennent les coupes précédant le n° 2089 (pl. 18, fig. D), nous envisageons une tout autre interprétation. Si la coupe transversale N° 2094 (pl. 84, fig. 2 ; pl. 18, fig. A) de la série présente, planches 18 et 19, n'a plus que trois faisceaux périmédullaires, il faut se rappeler qu'un peu plus bas, sur les n°s 2084 (pl. 82, fig. 1 ; pl. 18, fig. F) ou 39 (pl. 85, fig. 4 ; pl. 21, fig. E), il y en a cinq. Cette diminution ne résulte pas de la pénétration successive, dans le bois secondaire, de deux faisceaux sur cinq, car en réalité (voir plus haut) chacun des deux faisceaux médullaires se divise en deux parties : l'une entre bien effectivement dans le bois secondaire, l'autre se juxtapose au faisceau médullaire voisin, simulant ainsi la disparition de la totalité des deux faisceaux en question. Dès lors, nous pouvons considérer qu'un phénomène nouveau de fusion des faisceaux intermédullaires intervient, dans une ramification axillaire de ce type, sans que pour cela la phyllotaxie change. Même sur la section 2089 (pl. 83, fig. 1 ; pl. 27, fig. B) où les anastomoses ont eu lieu, les faisceaux médulaires appartenant aux cinq groupes ligneux

Source : MNHN, Paris

sont identifiables. Nous avons tenté de les désigner et de les délimiter, par les abréviations et couleurs habituellement adoptées. Le caulinaire (Caul. III), indenté, au milieu de son bord inférieur, est accolé au (Caul. I), et le (Caul. II), également sur le point de se dédoubler, a fusionné avec le (Caul. IV).

La coupe 2094 (pl. 84, fig. 2 ; pl. 26, fig. H), sur laquelle le faisceau (+ 3 A) s'est introduit dans le bois secondaire, montre bien un étalement considérable du métaxylème situé à sa droite où la partie d'extrême gauche correspond au caulinaire de (+ 3 A) qui d'ailleurs était déjà individualisé, dans la surface comprise dans l'indentation moyenne du bois primaire étalé de la coupe n° 2089 (pl. 27, fig. B) qui occupe le même emplacement.

Très certainement, sur des sections supérieures à 2094 (pl. 84, fig. 2 ; pl. 26, fig. H), on assisterait à la division des caulinaires (Caul. II) et (Caul. I) et au départ successif de la moelle de (+ 2 A) et (+ 1 A). L'étude comparée des sections individuelles présentées planches 26 et 27 va confirmer cette opinion et par la même occasion donner une image des étapes dans l'évolution anatomique ultérieure d'un rameau axillaire. Les dimensions des tiges sont consignées dans le tableau ci-dessous :

N° des coupes	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois II	Diamètre moyen de la moelle
R. 19	5	0,5	2,5
H. 15	5	0,5	
N. L 14	5	1	1
189	5,5	1,2	1
M 78 h	6,5	1	0,8
471	7	1	
M 49	10	2	2
189	10,5	0,6	1
124 E	10	1	2,5
1856 1T 6	12	1,5	2,5
NL 14	13	2	2
55 G	15	1	5

— *Quatrième stade.*

La coupe isolée n° R 19 (pl. 92, fig. 3; pl. 26, fig. G) et la section transversale du rameau axillaire n° 2094 (pl. 84, fig. 2, pl. 18, fig. A et pl. 26, fig. H) ont un diamètre (4 mm, 5), une épaisseur de bois secondaire (0,5 mm) et un arrangement du système ligneux très voisins (voir tableaux pages 52 et 55).

Sur R 19 (pl. 26, fig. G), les faisceaux périmédullaires constituent une couronne presque continue autour de la moelle. Elle n'est interrompue, par une mince bande de cellules parenchymateuses, qu'en trois points placés dans l'axe des trois traces foliaires sortantes (+ 5 A), (+ 4 A) et (+ 3 A). Les trois massifs de bois primaire s'étalent plus ou moins. Deux indentations, dont une très profonde dans le tiers proche de (+ 4 A) et l'autre, vers le milieu des deux autres tiers, isolent trois plages parenchymateuses. Entre (+ 4 A) et (+ 3 A), le bois primaire occupe une surface moindre. Il possède également deux indentations et trois plages parenchymateuses. Le faisceau médullaire le moins étalé est compris entre (+ 3 A) et (+ 5 A), n'a qu'une indentation médiane et seulement deux plages parenchymateuses.

Si nous superposons les coupes R 19 (pl. 26, fig. G) et 2094 (pl. 26, fig. H), en mettant en contact les traces foliaires corticales, morphologiquement semblables, nous constatons que les faisceaux (+ 5), (+ 4), (+ 3) des deux figures coïncident parfaitement, ainsi que les espaces médullaires occupés par le bois primaire. Dans R 19, l'ampleur de ce bois compris entre (+ 4) et (+ 5) est plus grande, car la partie extrême correspondant au caulinaire de (+ 4) est soudée au caulinaire du groupe

Source : MNHN, Paris

ligneux II et intégralement visible, ce qui n'était pas le cas sur la section 2094 (pl. 84, fig. 2) où un résidu brunâtre, probablement tanifère, s'est répandu à cet emplacement et le recouvre partiellement. La trace foliaire (+ 3) est plus avancée dans le cortex sur la figure G (R 19) que sur la figure H (2094) planche 26, ce qui autorise à penser que R 19 est l'image d'une section qui serait effectuée un peu au-dessus de 2091.

En considérant l'étendue relative des faisceaux périmédullaires de la coupe R 19 et le nombre de plages de bois primaire qu'ils renferment, là encore, s'il n'existait que trois groupes ligneux (pl. 23, fig. H) (comme nous l'avons déjà envisagé pour la coupe 2094 (pl. 23, fig. I), le faisceau médullaire le plus ancien, qui devrait donc remplacer (+ 5), sortirait entre (+ 4) et (+ 5) de l'étendue de bois primaire ; de même les remplaçants de (+ 4) et (+ 3), respectivement entre (+ 4) (+ 3) et (+ 3) (+ 5). Dans cette éventualité, le faisceau susceptible de remplacer (+ 5) apparaît beaucoup trop important et toute la partie d'extrême droite (environ le tiers de l'ensemble) se trouverait en surplus, le faisceau sortant et le caulinaire pouvant largement s'individualiser dans la portion de gauche (environ deux tiers de l'ensemble) seulement.

La coupe isolée n° 58 Lx II (pl. 92, fig. 4 ; pl. 23, fig. D) par sa composition générale et principalement par la morphologie et la position relative de ses trois traces foliaires corticales, s'assimile tout à fait aux sections R 19 (pl. 26, fig. G) et 2094 (pl. 26, fig. H). Parmi les traces foliaires corticales, (+ 4) échappe légèrement à cette assimiliation parce qu'il a subi une bipartition qui traduit un âge un peu plus avancé, donc ces lames se situent à un niveau plus élevé par rapport à R 19. L'encastrement dans le bois secondaire du quatrième faisceau sortant (+ 2), individualisé dans la partie moyenne du bois primaire, situé entre (+ 4) et (+ 5), procède du même phénomène (voir fig. G et J, pl. 23).

De ce fait, les doutes qui pouvaient subsister quant à l'existence des cinq faisceaux ligneux, pour des sections transversales pourvues de trois groupes corticaux seulement de bois primaire, s'amenuisent de plus en plus. Comment, dans le cas d'une phyllotaxie de 1/3, le faisceau (+ 2) pourrait-il remplacer (+ 5) à un niveau supérieur, puisqu'il en est séparé par un faisceau intercalaire ? Le faisceau placé à gauche de (+ 5), toujours impair, ne pourrait par conséquent être le caulinaire de (+ 5). Il faut donc admettre l'existence d'un quatrième groupe ligneux, dans lequel s'inscrit le faisceau sortant (+ 2). Il est facilement repérable sur la coupe R 19 (pl. 92, fig. 3 ; pl. 26, fig. G) par superposition avec la section n° 58 Lx II (pl. 92, fig. 4 ; pl. 23, fig. G et J).

Sur cette même coupe 58 Lx II (pl. 23, fig. G), le partage en deux parties inégales (l'une proche de (+ 3) n'a qu'une plage parenchymateuse, l'autre, deux fois plus étendue, a une paire de plages parenchymateuses et une indentation médiane) du bois primaire imparti entre (+ 3) et (+ 4) (pl. 94, fig. 1) annonce certainement dans le bois secondaire un cinquième faisceau médullaire à l'emplacement occupé précisément par le groupe ligneux I dans une tige principale. A l'endroit de la disjonction, la sortie d'une racine (pl. 92, fig. 4) a probablement accusé la dissociation.

La superposition de deux autres coupes transversales n° I89 (pl. 92, fig. 5) et 55 c (pl. 93, fig. 2) avec la section n° 58 Lx II (pl. 92, fig. 4), de manière que les faisceaux de même âge coïncident, montre que le quatrième faisceau sortant (+ 2) a maintenant atteint le cortex et (+ 5), la base de son pétiole. Dans le même laps de temps, une tripartition du métaxylème primaire, placé entre (+ 3) et (+ 4), a eu lieu. Ceci renforce et précise l'idée que l'individualisation du faisceau médullaire sortant du cinquième groupe ligneux I est imminente et sera assurée par le faisceau médian du trio. Ce dernier est encore très proche du faisceau situé à droite de (+ 3). Ce qui confirme que la distance qui sépare ces deux mêmes parties de bois primaire sur la coupe 58 Lx II (pl. 40, fig. 4) a été accentuée à la faveur de l'émission d'une racine (une racine a, en effet, une origine endogène).

L'ordre dans lequel se succèdent les coupes transversales sur la planche 23, fig. A à E et K représentant l'évolution d'un rameau axillaire, est artificiel ; il résulte de déductions successives faites à partir de coupes isolées non sériées. Cependant, il concorde parfaitement avec une suite de huit coupes, véritablement sériées n° I24 A à 124 W (pl. 96, fig. 1 à 5 ; pl. 24, fig. C).

Comparons la coupe basale de la série n° 124 A (pl. 96, fig. 1 ; pl. 24, fig. C[a] et pl. 26, fig. F) à R I9 (pl. 92, fig. 3 ; pl. 26, fig. H), par exemple. En dehors des différences de diamètre [R 19 = 5 mm (cortex non conservé) et I24 A = 10 mm (cortex presque complet)], d'épaisseur de l'anneau ligneux

Source : MNHN, Paris

secondaire (0,5 mm pour R 19 contre 1,4 mm pour 121 A), le bois primaire cortical et périmédullaire est analogue : trois faisceaux corticaux alternent avec trois faisceaux médullaires étalés. Si dans R 19 les espaces parenchymateux interfasciculaires sont moins grands, la raison en incombe à la plus grande jeunesse (faible épaisseur du bois secondaire et petite taille de l'ensemble) du rameau. Sur une tige principale jeune (pl. 75, fig. 1), tous les faisceaux médullaires sont également presque contigus.

Les coupes supérieures qui succèdent à 124 A montrent une évolution du système ligneux primaire, présentée planche 24, figures C^1 à C^5. Les deux sections 124 N (pl. 96, fig. 4 ; pl. 24, fig. C^3 ; pl. 26, fig. C) et 124 W (pl. 96, fig. 5 ; pl. 24, fig. C^1 ; pl. 26, fig. B) mettent en évidence l'individualisation du cinquième faisceau sortant (+ 1). Dans toute la série, la fusion successive des faisceaux caulinaires périmédullaires est particulièrement nette et ne peut être impliquée à une déformation, à un aplatissement qui ont malheureusement affecté les sections de la série artificielle précédente constituée par les coupes isolées de la planche 23, figures A à E et K. Ici le contour circulaire de la moelle est parfaitement respecté. Cette déformation explique d'ailleurs pourquoi, ajouté aux différences d'âge, le lien entre les deux séries n'apparaît pas sur-le-champ.

— *Cinquième stade.*

Une autre série de coupes transversales n° M 78 b à M 78 p (pl. 98. fig. 1 et 2), présentée également en A, planche 24, dont les dimensions, l'épaisseur du bois secondaire (voir tableau p. 78) sont plus grandes que dans la série précédente (pl. 24, fig. C), offre une organisation du système ligneux comparable. Elle ne renferme pas les coupes basales qui seraient équivalentes aux sections 124 A (pl. 96, fig. 1) et 124 B de la série de la planche 24, figure C, mais, par contre, la coupe supérieure de la série M 78 b à M 78 p (pl. 24, fig. A) représente une section qui serait pratiquée au-dessus de la dernière coupe de la série 124 A à 121 W. Cette deuxième série de coupes (pl. 24, fig. A) met en évidence la sortie, pressentie antérieurement, d'un cinquième faisceau médullaire (+ 1) et prouve du même coup l'existence de cinq groupes ligneux dans un rameau axillaire. La superposition des sections M 78 b et M 78 p (pl. 25 fig. G) ou M 78 p et M 78 l (pl. 25, fig. F) montre, à nouveau, que le bois primaire ne s'organise pas selon trois groupes ligneux (pl. 25, fig. D et E), mais bien cinq ; lorsque (+ 1) a dépassé le milieu de l'anneau ligneux secondaire, il est à peu près à égale distance de (+ 4) et (+ 3). Pourquoi alors, comme le voudrait une disposition phyllotaxique de 1/3, le faisceau sortant le plus jeune (+ 1) remplacerait-il la trace foliaire corticale (+ 4), dont le rayon passant par l'axe de symétrie de ce dernier ne se confond absolument pas avec celui qui, lui, passe par l'axe de symétrie de (+ 1) ?

Le prochain faisceau médullaire sortant après (+ 1), soit (0), est le plus évolué anatomiquement des faisceaux périmédullaires, celui qui possède au moins deux plages parenchymateuses et une indentation médiane particulièrement accusée. Il se situe entre (+ 3) et (+ 2), sur la figure H de la planche 26, et comme l'indique la figure C, planche 25, où sont superposées les sections 124 A (pl. 96, fig. 1) et 124 W (pl. 96, fig. 5), en dépit des translations des faisceaux autour de la moelle, le faisceau qui se rapproche le plus de l'axe de symétrie de (+ 5) et, sans aucun doute le remplacera, est effectivement (0). Les traces foliaires (0) et (+ 5) sont donc nées du même caulinaire et nous avons ainsi la preuve finale décisive que, dans un rameau axillaire, les faisceaux médullaires sortent selon cinq plans radiaux distincts et que les pétioles qu'ils innervent se disposent dans l'ordre phyllotaxique de 2/5.

Nous savons maintenant de quelle manière s'organise le système ligneux primaire, dans un rameau axillaire, depuis sa naissance sur la tige principale, jusqu'à ce que cinq traces foliaires aient successivement quitté la moelle. C'est la suite progressive de ces différentes étapes que nous avons figurée planche 26, figures A à H et planche 27, figures A à L.

Les sections de la série 124 (pl. 24, fig. C^1 à C^5) n'ont pour ainsi dire pas subi de déformation. Leur contour circulaire a permis, par la méthode employée pour les tiges principales, de figurer la course longitudinale des cinq traces foliaires corticales (pl. 28, fig. B) et celle du système ligneux primaire périmédullaire (pl. 28, fig. F). En comparaison de certaines tiges principales, le faisceau sortant ne se détache de son caulinaire que très tardivement et pénètre presque immédiatement dans le bois secondaire (voir pl. 28, fig. B).

Source : MNHN, Paris

Les faisceaux périmédullaires, par leurs fusions successives, constituent autour de la moelle un réseau (pl. 28, fig. F) très cohérent, aux mailles robustes, qui confèrent à l'ensemble une grande cohésion, compensatrice de l'absence de sclérification de la région médullaire. Ce réseau est comparable à celui observé dans la région moyenne et sub-basale des tiges principales (pl. 15, fig. A). Dans le rameau axillaire, c'est tout le caulinaire d'un groupe ligneux qui va s'accoler au caulinaire du groupe voisin, tandis que, dans la région moyenne et sub-basale d'une tige principale où il y a anastomose, c'est simplement une petite branche, émise par le faisceau médullaire sortant, qui va fusionner avec le caulinaire le plus proche (voir pl. 28, fig. G et H). On peut supposer qu'à l'extrême base de la tige principale se constituait également un réseau analogue à celui du rameau axillaire de type I. Il serait progressivement remplacé par un réseau plus délicat dans les régions basale et moyenne de la tige (voir p. 46) et finirait par disparaître dans la région sommitale.

Aux coupes transversales étudiées jusqu'ici, rapportées à des rameaux axillaires, s'en adjoignent d'autres, isolées (pl. 99) ou sériées (pl. 24, fig. B, D, E). Elles peuvent être assimilées à ces rameaux par la similitude de leur diamètre (5 à 13 mm), de l'épaisseur de leur bois secondaire (1 à 2 mm) et surtout de la course du bois primaire. Plusieurs d'entre elles n^{os} 13 et 14 (pl. 97, fig. 1; pl. 100, fig. 1 et 3; pl. 24, fig. D et E et pl. 28, fig. A, C) portent sur les lames minces où elles s'insèrent, la référence « N. L. », correspondant, d'après un carnet répertorial de Paul Bertrand, à l'abréviation de « Nouveau *Lyginodendron* ». Maintenant que nous les avons assimilées à des ramifications axillaires de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia*, la notion d'espèce nouvelle, que certains paléobotanistes tentaient de leur attribuer, est à rejeter.

Résumé :

Une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* émet un rameau axillaire là où normalement est issu un pétiole (pl. 28, fig. D, E). A cet emplacement, à l'intérieur de la tige mère, du bois de première et de seconde formation se différencie, en supplément du bois normal. Le bois primaire supplémentaire va constituer les faisceaux périmédullaires de la tige axillaire et former autour de la moelle, par des fusions successives, un véritable réseau.

Les deux premières frondes opposées, de la base du rameau, sont innervées par les deux éléments dédoublés de la paire de faisceaux, qui auraient dû se rendre dans le pétiole de la tige mère. Par la suite, la disposition des frondes sur le rameau est alterne et leur vascularisation est assurée par les faisceaux primaires qui partent de la moelle selon le cycle phyllotaxique de 2/5.

A l'extrême base du rameau, la région médullaire centrale est pourvue de trachéides, plus ou moins groupées, qui disparaissent dans la région moyenne, pour laisser une moelle parenchymateuse exempte de toute sclérification, mais où se dispersent quelques cellules sécrétrices.

Quelle est la fréquence de ces ramifications ? Se disposent-elles sous le même angle de divergence que les pétioles sur la tige principale ? Jusqu'à maintenant le matériel étudié ne permet pas de répondre à ces questions. En tout cas, à considérer le diamètre et l'épaisseur du bois secondaire, jamais très importants, des tiges principales qui les émettent, il reste à penser que ce sont des spécimens peu âgés, ou la partie assez haute d'une tige principale qui leur donne naissance.

2^{o} Ramifications de type II.

D. H. Scott [*83*] (p. 38-40) distingue également deux types de ramifications : la ramification axillaire dont nous venons de faire l'étude et la ramification adventive. Selon lui :

« The essential characteristic of this form of branching is that all the primary xylem strands remain in the stele of the present stem none enter the stele of the branch. The latter is thus left without any primary xylem in its lower part though the strands may reappear at a higher lever. »

Au cours du travail préliminaire d'accumulation du matériel, se rapportant sans conteste au genre *Lyginopteris*, des coupes transversales de tiges ont retenu l'attention par leur aspect particulier (pl. 101, fig. 1 ; pl. 102, fig. 1). Les tissus ont une extrême finesse ; la moelle n'est pas sclérifiée (pl. 102, fig. 1) ou dans tous les cas on ne peut parler de nids scléreux tels qu'ils se rencontrent

Source : MNHN, Paris

dans la région basale d'une tige principale. Si le bois secondaire est relativement développé, le bois primaire est pratiquement absent. Les faisceaux périmédullaires et corticaux sont si discrets qu'ils passent, en première observation, complètement inaperçus.

La compréhension du développement anatomique de ces tiges a été facilitée par l'existence de coupes sériées (pl. 102 à 104 ; pl. 106 à 114) qui ont permis de suivre leur évolution depuis leur naissance, à partir d'une tige principale, jusqu'à ce qu'elles se ramifient à leur tour.

Pour mieux comparer avec le premier type de ramification, nous avons adopté le même plan d'étude.

a) Modification d'une tige mère en voie de ramification.

Au départ, la tige qui va émettre un rameau axillaire de ce type ne diffère aucunement d'une tige principale typique de *Lyginopteris oldhamia*.

N° des coupes	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois II en mm	Sclérification médullaire	Faisceau anastomosique
940	8	3,7	Pas conservé.	
61 A	17	2	Nul.	
n 50 d	18	2,5	Très faible.	
n 22 c	21	2,5	Très faible.	
935	25	5	Normal.	+
450	28	3	Très faible.	

— *Premier stade.*

Elles possèdent toutes, sans restriction, cinq groupes ligneux (pl. 32, fig. C). Généralement, le cinquième faisceau cortical (+ 5) vient de pénétrer dans son pétiole et (0) s'apprête à le remplacer. Leur diamètre (de 8 à 28 mm), l'épaisseur maximale de leur bois secondaire (de 2 à 5 mm) et le degré de sclérification médullaire varient largement. Des sections présentant un faisceau anastomosique supplémentaire peuvent aussi être affectées.

A l'emplacement où justement la trace foliaire (+ 5) fait défaut, se différencient quelques trachéides (pl. 102, fig. 2 et 3 ; pl. 29, fig. E, D) en files radiales, à l'intérieur de la moelle, entre les faisceaux périmédullaires (Caul. II) et (0). Le phénomène gagne sur toute la distance qui sépare (0) de (Caul. II), en isolant toutefois une fenêtre parenchymateuse entre les nouveaux éléments ligneux secondaires formés et les anciens de l'anneau de bois secondaire. Dans cet îlot parenchymateux, moelle du futur rameau, à la frontière bois secondaire-parenchyme et dans le prolongement de (Caul. II), quelques éléments ligneux de petites tailles paraissent s'aligner sur le bord inférieur d'une vaste plage parenchymateuse (pl. 103, fig. 1). Ils pourraient, par leur position, correspondre aux premières formations de bois primaire du rameau.

— *Deuxième stade.*

La fenêtre parenchymateuse et la bande de bois secondaire nouvellement formée s'accroissent. Cette dernière va se partager sur sa plus grande longueur, si bien qu'au moment où le bois secondaire du rameau et de la tige mère sont encore soudés l'un à l'autre (pl. 104, fig. 1 ; pl. 29, fig. B), l'épaisseur de l'anneau ligneux de la tige mère n'est pas diminuée pour autant.

A ce stade, les tissus du rameau futur sont presque tous individualisés. La moelle est exclusivement parenchymateuse, dépourvue de nids scléreux, mais parsemée de nombreuses cellules sécrétrices et de petites chaînettes de trachéides très petites (50 μ) qui ont tendance à se grouper en faisceaux à certains points à la périphérie de la moelle (pl. 104, fig 1 ; pl. 29, fig. B). Quelques-uns, on

Source : MNHN, Paris

en distingue trois, sont décalés par rapport au bord interne de l'anneau, dans lequel ils s'encastrent en repoussant toute la portion de bois secondaire qui s'y rattache vers la zone corticale de la ramification. Ils s'assimilent, comme le confirment les coupes supérieures, en dépit du développement très rudimentaire du bois primaire, aux trois premières traces foliaires de la ramification. Déjà, d'après leur position plus ou moins avancée dans l'anneau ligneux secondaire, nous pouvons déterminer la plus âgée $(+ 5)^{A}$ (*) et la plus jeune $(+ 3)^{A}$ (pl. 29, fig. B).

— *Troisième stade.*

Quand l'anneau ligneux de bois secondaire s'est complètement détaché de celui de la tige (pl. 29, fig. A; pl. 104, fig. 2, 3 et 4), la trace foliaire $(+ 5)^{A}$ du futur rameau axillaire franchit la zone corticale et les contours des faisceaux périmédullaires deviennent mieux définissables (pl. 104, fig. 2).

La section M 50 j (pl. 106, fig. 3; pl. 32, fig. C) est parvenue à ce stade et, comme elle s'incorpore dans une suite de seize coupes sériées, nous continuons à suivre la marche de son évolution.

b) Individualisation de la ramification et évolution de la structure dans la tige mère et le rameau,

Le rameau R $1^{(+5)}$ (**) finit par se dissocier de la tige mère (pl. 104, fig. 1; pl. 32, fig. A), mais les épidermes des deux sections sont encore contigus.

1. Tige mère.

— *Premier stade.*

La trace foliaire $(+ 5)$ se trouve alors séparée de sa tige d'origine par le rameau de premier ordre sur lequel elle s'appuie.

Tandis que dans le premier mode de formation d'un rameau axillaire, à ce stade, la tige mère n'a plus que trois faisceaux corticaux (voir pl. 18, fig. F), ici (pl. 32, fig. A), puisque (0) est arrivé dans le cortex et que $(+ 4)$ ne l'a pas quitté, elle possède ses cinq traces foliaires corticales.

— *Deuxième stade.*

Pendant que $(+ 4)$ abandonne la tige, (0) se dédouble (pl. 106, fig. 2; pl. 107, fig. 1, 2, 3; pl. 31, fig. C et dans l'axe de $(+ 4)$, une deuxième ramification de premier ordre R $1^{(+4)}$ s'élabore (pl. 107, fig. 3; pl. 31, fig. C).

— *Troisième stade.*

La pénétration des traces foliaires dans leurs pétioles continue à s'effectuer selon l'ordre phyllotaxique 2/5. Après $(+ 4)$, nous voyons $(+ 3)$ s'acheminer vers la base de son rachis (pl. 107, fig. 4; pl. 108, fig. 1, 2, 3 et 4; pl. 30, fig. C) et puis dans l'axe de $(+ 3)$, une troisième ramification de premier ordre R $1^{(+3)}$ s'interpose (pl. 109, fig. 1; pl. 30, fig. B) entre $(+ 3)$ et la tige mère principale, laquelle comporte encore quatre traces foliaires corticales, car $(- 2)$ atteint le cortex.

— *Quatrième stade.*

Comme on pouvait maintenant s'en douter, quand $(+ 2)$ quitte la tige principale mère (pl. 109, fig. 2 et 3; pl. 30, fig. A), dans l'axe de celle-ci naît un quatrième rameau R $1^{(+2)}$.

(*) Nous désignons les traces foliaires des ramifications axillaires de « type II » (afin de les distinguer de celles de « type I »), en plaçant la lettre A (abréviation d'axillaire) en exposant à l'extérieur des parenthèses incluant le numéro d'ordre du faisceau sortant.

(**) Selon qu'il s'agit d'un rameau axillaire de premier ou de deuxième ordre, on emploie les désignations R 1, R 2...

Le chiffre positif ou négatif placé entre parenthèses et en exposant de R 1, R 2... correspond au numéro d'ordre de la trace foliaire de la tige ou de la ramification, dans l'axe de laquelle le rameau de type II a pris naissance.

Source : MNHN, Paris

— *Cinquième stade.*

La dernière trace foliaire que nous voyons sortir sur cette série est (+ 1). Il est malaisé de dire si, dans cette direction, allait s'individualiser un cinquième rameau R $1^{(+1)}$. La section M 22 p d'une autre série (pl. 112, fig. 3 ; pl. 33, fig. B) abonde dans ce sens.

Conclusion :

L'ordre d'émission des ramifications de premier ordre a suivi l'ordre de sortie des traces foliaires, soit 2/5.

2. Ramifications.

a. Ramifications de premier ordre.

Toutes les ramifications de premier ordre émises par les tiges principales ne sont pas identiques. Le tableau suivant et la simple comparaison de R $1^{(+4)}$ de la série M 22 (pl. 111, fig. 2 ; pl. 35, fig. A) à R $1^{(+3)}$ (pl. 111, fig. 3 ; pl. 34, fig. A) de la même série ou R $1^{(+5)}$ de la série M 50 (pl. 107, fig. 1 ; pl. 31, fig. C) permettent d'en juger.

N° des coupes	N° d'ordre des ramifications	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois II en mm
M 50 l	R 1 $(^{+1})$	12,5	2
M 50 x	R 1 $(^{+2})$	8,7	0,7
M 22 h	R 1 $(^{+1})$	6,5	0,1
M 22 u	R 1 $(^{+4})$	5,5	0,1
M 22 α	R 1 $(^{+1})$	17,5	3,2
M 22 δ	R 1 $(^{+2})$	6	0,2
M 22 ρ	R 1 $(^{+1})$	5	0,2
955	R 1 $(^{+5})$	8	1,5
957	R 1 $(^{+2})$	12,5	3,7
957	R 1 $(^{+1})$	11	2,5

Une première catégorie groupe des sections dont le diamètre et l'épaisseur du bois secondaire varient de 11 à 18 mm et de 2 à 3,7 mm. La seconde renferme des rameaux de plus faibles dimensions, le diamètre s'échelonne de 5 à 9 mm et l'épaisseur de bois secondaire, presque négligeable, 0,1 mm, n'excède pas 1,5 mm. Ces différences sont celles que l'on observe entre une tige jeune et une plus âgée.

Une fois que le rameau est indépendant de la tige mère, le bois primaire évolue indistinctement de la même manière dans les deux catégories de ramifications. Partons de la section M 50 l (pl. 106, fig. 4 ; pl. 32, fig. A) où s'est individualisé le rameau primaire R $1^{(+5)}$.

— *Premier stade.*

Celui-ci se trouve maintenant pourvu de cinq traces foliaires : trois corticales : (+ 5) R $1^{(+5)}$ (*), (+ 4) R $1^{(+5)}$, et (+ 3) R $1^{(+5)}$, identifiées depuis longtemps et deux récemment

(*) (+ 5) R 1 $^{(+1)}$désigne le numéro d'ordre de la trace foliaire (ici (+ 5)) du rameau axillaire de premier ordre (R 1) construit dans l'axe de la trace foliaire (n° d'ordre de celle-ci placée en exposant) de la tige principale d'où est issu ce rameau de premier ordre.

Source : MNHN, Paris

sorties de la moelle (+ 2) et (+ 1), incluses dans l'anneau de bois secondaire. Une sixième s'engage dans le bois secondaire en direction de (+ 5) et la remplacera un peu plus tard.

Toutes sont impaires, les plus âgées munies de deux plages parenchymateuses et d'une légère incision sur leur bord inférieur (voir pl. 33, fig. A).

En alternance avec les six traces foliaires sortantes, se répartissent avec netteté, à la périphérie de la moelle, cinq faisceaux caulinaires. D'ores et déjà, nous pouvons conclure à l'existence de cinq groupes ligneux dans une ramification de ce type.

— *Deuxième stade.*

Sur la figure suivante M 50 n (pl. 107, fig. 1), le rameau primaire montre cette fois sept traces foliaires sortantes. Les faisceaux (+ 1) et (+ 2) s'ajoutent aux trois traces foliaires corticales (+ 3), (+ 4), (+ 5), les deux dernières ne sont pas dédoublées (pl. 33, fig. A). Dans l'anneau ligneux ont pris place les faisceaux sortants (0) et (— 1) et dans la moelle demeurent cinq petits faisceaux caulinaires.

— *Troisième stade.*

L'état du système ligneux primaire (n° M 50 p ; pl. 107, fig. 2) de la ramification rappelle la coupe transversale inférieure basale de celle-ci (M 50 l ; pl. 106, fig. 4; pl. 32, fig. A), où trois traces foliaires seulement (0), (+ 1) et (+ 2) se localisent dans le cortex. En effet (+ 5), (+ 4) et (+ 3) ont successivement abandonné le rameau primaire.

Les faisceaux (+ 5) qui vascularisent la base des pétioles des rameaux primaires d'une part, et de la tige principale, d'autre part, ont une morphologie différente. Celui du rameau (n° M 50 p ; pl. 107, fig. 2) est simple, en forme d'arche et de petite dimension (2 µ); celui de la tige principale est, comme toujours à ce stade, dédoublé, chaque élément simule un haricot et a la même grandeur que le faisceau unique issu du rameau (pl. 33, fig. E et F). La comparaison de (+ 4) dans la section M 50 p dans la tige principale et du faisceau de même numérotation dans le rameau de premier ordre (pl. 32, fig. C et pl. 33, fig. A) aboutit à un résultat identique (voir également pl. 37, fig. G et I).

— *Quatrième stade.*

Dans les sections supérieures, les traces foliaires corticales $(+ 2)^A$ et $(+ 1)^A$ quittent successivement la tige (pl. 107, fig. 4 ; pl. 108, fig. 1 à 4 ; pl. 30, fig. C).

— *Cinquième stade.*

Enfin, dans la même direction que (+ 5) (comparer les fig. A, pl. 32 et C pl. 30) et cinq internœuds après, (0) innerve le pétiole, situé sur la même verticale que (+ 5). La disposition phyllotaxique dans un rameau de premier ordre est de 2/5.

Durant toute cette évolution, la moelle du rameau primaire ne montre aucune sclérification.

b. Ramifications de deuxième ordre.

Tandis que la tige principale émet des ramifications primaires, celles-ci, de leur côté, se subdivisent à leur tour. C'est le cas du rameau primaire R $1^{(+5)}$ (pl. 31, fig. B).

A partir de la coupe transversale n° M 50 p (pl. 107, fig. 2), apparaît, au sein de la moelle du rameau de premier ordre R $1^{(+5)}$, une barre constituée de trachéides en files radiales (pl. 31, fig. C) qui la partage bientôt en deux (pl. 107, fig. 4). Par le même processus d'individualisation du rameau primaire à l'intérieur d'une tige principale, s'édifie dans le rameau primaire et dans l'axe de la trace foliaire corticale (+ 2), un rameau de deuxième ordre R $2^{(+2)}$ (*). Il entre dans la catégorie des

(*) R $2^{(+2)}$, R $1^{(+5)}$ sert à désigner le rameau de deuxième ordre construit dans l'axe de la trace foliaire (+ 2) du rameau axillaire de premier ordre qui s'est lui-même construit dans l'axe de la trace foliaire (+ 5) de la tige mère principale.

Source : MNHN, Paris

tiges de diamètre et d'épaisseur de bois secondaire relativement importants (voir tableau ci-dessous). R 2(+2) comporte très tôt cinq traces foliaires corticales (n° M 50 t ; pl. 108, fig. 2 ; pl. 31, fig. A) du même type que celle du rameau du premier ordre.

N° des coupes	Ramifications	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois II en mm
M 50 u	R 2 (+3) R 1 (+5)	8,7	1,2
M 50 u	R 2 (+1) R 1 (+5)	5,5	0,2
M 50 zd	R 2 (+5) R 1 (+5)	3,7	0,1

A l'aisselle du pétiole innervé par la trace foliaire (+ 1) du rameau R 1(+5) s'intercale un deuxième rameau secondaire R 2(+1) de plus petite taille et pourvu d'une très faible épaisseur de bois secondaire.

C'est ensuite dans l'axe de (0) du rameau R 1(+5) que naît le troisième rameau de deuxième ordre R 2(0) [n° M 50 u (pl. 108, fig. 3) et n° M 50 w (pl. 108, fig. 4 ; pl. 30, fig. C)].

Le rameau primaire R 1(+3) de la série M 50 émet lui aussi une ramification de deuxième ordre R 2(+2) dans la direction de sa trace foliaire sortante (+ 2) [n° M 50 zd (pl. 109, fig. 2) et n° M 50 ze (pl. 109, fig. 3 ; pl. 30, fig. A)].

La sortie des rameaux de deuxième ordre suit celle des traces foliaires du rameau ou de la tige principale sur laquelle ils prennent naissance.

Les figures A^1 et A^2 de la planche 36 retracent le mode de formation de ces ramifications. Les ramifications de premier ordre sont cernées de la couleur correspondant à celle de la trace foliaire dans l'axe de laquelle elles ont pris naissance.

c. Ramifications de troisième ordre.

Un exemple de ramification tertiaire R 3 (+3) est observable sur les sections M 50 w et M 50 x (pl. 108, fig. 4 et pl. 109, fig. 1 ; pl. 30, fig. B et C). Elle s'élabore à partir du rameau secondaire R 2 (+2), dans la direction du faisceau cortical (+ 3).

Bien que leurs liens avec la tige principale n'aient pu être mis clairement en évidence, les coupes transversales des nombreuses tiges figurées (pl. 114, fig. 4 ; pl. 115, fig. 1 ; pl. 116, fig. 1 ; pl. 117, fig. 1 ; p l. 119, pl. 120 et pl. 36, fig. B à F) peuvent cependant, par la morphologie de leurs faisceaux ligneux primaires, qui rappelle celle du bois primaire d'une ramification de deuxième type (pl. 33, fig. A), également par leurs dimensions (voir tableau ci-après) et la sclérification, nulle ou presque, de leur moelle, s'assimiler à ce type de ramification.

N° des coupes	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois II en mm
21	15	2,5
M 78	8	1,5
2987	12	4
3068	17	4
H 18	28	3,7
M 50 d .... zg	11,5	1
M 50 d .... zg	7	1,5

Source : MNHN, Paris

Résumé :

D. H. Scott [*83*] oppose à la ramification axillaire de type 1 la ramification adventive, qui peut, selon lui, être accidentelle (due à une blessure) (D. H. Scott, p. 40).

Il arrive, chez les plantes actuelles, lorsqu'une tige est endommagée pour une raison quelconque, qu'au niveau de la blessure, une tige adventive naisse. Il faudrait alors supposer que de nombreuses tiges prélevées dans des endroits différents ont été régulièrement blessées. Ce qui est peu problable. D'ailleurs, elles sont en nombre égal et même supérieur à celui des ramifications axillaires du premier type.

En réalité, qu'est-ce qu'une tige adventive ? Les auteurs sont d'accord pour appeler ainsi avec Ph. Van Tieghem [*90*] (p. 275), toute tige qui naît « sur une feuille jeune ou âgée, sur une racine jeune ou âgée, soit enfin sur la tige préexistente ». Elle commence toujours par la formation d'un bourgeon et se ramifie ensuite de la manière ordinaire. Ces bourgeons viennent sur ces différentes parties, en des *points quelconques* et *sans régularité* ; on les dit : « adventifs ». La dernière partie de cette citation met en lumière l'irrégularité du phénomène. En ce qui concerne ce deuxième type de ramification, c'est au contraire avec une très grande régularité que les rameaux naissent, puisque leur émission s'effectue selon un rythme réglé par un ordre cyclique de 2/5.

D'autre part, si l'on se réfère à la définition de l'axillarité d'un rameau, à savoir que pour qu'une tige soit axillaire, il faut qu'elle naisse dans l'axe d'une feuille ou d'une fronde, c'est bien le cas de toutes les ramifications du deuxième type. Dans la série M 50 (pl. 30, 31, 32), R 1 $^{(+5)}$ se construit exactement dans l'axe de la trace foliaire (+ 5) de la tige principale.

La différence entre les deux types de ramifications ne réside nullement dans le caractère d'axillarité, mais dans la manière dont s'élabore le système ligneux primaire où, effectivement, dans le cas du deuxième type, aucun faisceau de la tige mère n'entre dans la ramification. Celle-ci n'est pas, comme le prétendait D. H. Scott [*83*], complètement dépourvue de bois primaire à sa base, les faisceaux primaires existent, mais se composent de quelques trachéides seulement, de calibre peu élevé et mêlés aux éléments parenchymateux qui prédominent nettement. Trés rapidement, le modelé des faisceaux primaires apparaît et c'est, au stade où le rameau s'est détaché de la tige mère, dans la morphologie qu'ils acquièrent, que s'établit la différence la plus marquante entre les deux types de ramifications, que nous pouvons qualifier toutes deux d'axillaires.

Le problème est de savoir pourquoi des tiges dont les caractères sont, sans conteste, ceux de l'espèce *Lyginopteris oldhamia*, émettent des ramifications selon deux modalités différentes. Impliquent-elles une différence spécifique ou simplement une variation de l'espèce *L. oldhamia*, ou bien résultent-elles de modifications temporaires ou locales du milieu ? En raison de la grande finesse du bois secondaire dans le rameau, on pourrait arguer en faveur de cette derniére solution.

F. — RACINES ADVENTIVES

Les tissus des tiges principales ou des rameaux de *Lyginopteris oldhamia* sont souvent recoupés par des racines adventives. Celles-ci traversent le bois secondaire de la tige, en limitant dans les coupes transversales une surface globalement triangulaire (pl. 77, fig. 3; pl. 78, fig. 1; pl. 37, fig. E et F).

Cette forme pourrait résulter du sectionnement d'un cône, par un plan obliqne passant très près de son sommet. Le sommet de ce triangle, proche de la zone médullaire, est constitué d'une partie parenchymateuse, correspondant à la moelle radiculaire, et s'appuie sur l'un des faisceaux périmédullaires de la tige. La base, à la limite externe du bois secondaire, plus évasée, se compose du bois secondaire de la racine, lequel se prolonge en doigt de gant, dans le tissu cortical de la tige ; l'écorce parenchymateuse de la racine enveloppe le bois secondaire. L'obliquité de la racine par rapport à la tige, si cette dernière est coupée transversalement, fait que les tissus radiculaires, eux, sont sectionnés plus ou moins obliquement. Par suite, s'il s'agit de mêmes tissus, ils se distinguent immédiatement de ceux de la tige.

Source : MNHN, Paris

D'autre part, sur la section horizontale d'une tige, les tissus constitutifs de la racine occuperont dans l'anneau ligneux secondaire une surface d'autant plus étroite et se situeront d'autant plus près du bord périmédullaire, que le point de naissance de la racine sera proche (pl. 37, fig. F).

A partir de ces données et à l'aide de quelques séries de coupes successives, essayons de déduire le cycle d'émissions des racines de cette espèce.

Dans la série M 25 (pl. 77, fig. 3 ; pl. 17, fig. A à F), la coupe la plus basale M 25 a (pl. 77, fig. 3 ; pl. 17, fig. F) montre deux racines. Les pointes de leurs surfaces coniques sont orientées dans la direction des faisceaux sortants (0) et (— 1) qui appartiennent respectivement aux groupes ligneux V et IV ; pour différencier ces racines et rappeler leur point de naissance, nous les désignerons par R (0) v et R (— 1) iv.

La pointe de la plus ancienne R (0) v est un peu plus éloignée du bord périmédullaire que l'autre : R (— 1) iv. A une certaine distance de cette coupe, au niveau de la figure B, planche 17 (n° M 25 g), deux autres racines sont sorties : la plus vieille est placée près de (— 2) et la plus jeune près de (— 3). Ce sont deux racines R (— 2) iii et R (— 3) ii, émises successivement après les deux précédentes R (0) v et R (— 1) iv. Il arrive, comme sur la section transversale de la tige n° M 25 e (pl. 17, fig. D), que la racine plus jeune apparaisse avant la plus âgée, du fait de l'horizontalité plus ou moins parfaite de la coupe, ou simplement, et cela semble être le cas, que sa conservation, lorsqu'elle parvient dans le cortex, ne soit pas parfaite. (R — 3) ii est déjà présente, tandis que R (— 2) iii fait défaut.

Vraisemblablement, il est à supposer qu'au delà de la figure A de la planche 17 (n° M 25 h), une quatrième racine sera émise à proximité de (Caul. i). La série 2073... 2096 offre une section n° 2090 (pl. 18, fig. D) où la tige principale possède deux racines dont la plus jeune se place près de (Caul. i). Nous pouvons la numéroter R i. La dernière coupe de la série (pl. 18, fig. A) (n° 2095) clôt le cycle d'émission des racines, puisque la cinquième se replace sur la même verticale que R v à proximité de (Caul. v).

En associant les résultats obtenus, on peut reconstituer le schéma théorique (pl. 37, fig. B) de la sortie des racines adventives. Il est clair que, partant de la racine Rv jusqu'à ce que l'on rencontre celle qui, à un niveau supérieur, se placera juste au-dessus d'elle, on doive effectuer deux tours de circonférences et assister à cinq émissions radiculaires. Les racines sortent donc selon un cycle de 2/5 identique à celui des pétioles.

En ce qui concerne la fréquence de l'appareil radiculaire, celui-ci semble plus développé vers les parties basales ou au niveau d'une ramification que dans les régions sommitales de l'organe; toutefois celles-ci n'en sont pas dépourvues (pl. 8, fig. A).

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE III

ÉTUDE DES PÉTIOLES DE *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ

Avant d'aborder l'étude structurale des pétioles de *Lyginopteris oldhamia*, il est peut-être utile de rappeler la composition morphologique d'une de ses frondes.

Décrite sous le nom de *Sphenopteris hoeninghausi* Brongniart, elle comprend (pl. 37, fig. C), directement fixé à la tige, un rachis principal (r. pr = P. pr), qui bifurque pour donner deux rachis primaires (r. 1 = P. pr). Sur ces derniers, s'insèrent des rachis secondaires alternes [r. 2 (a) = P 2 (a)] tandis que sur le rachis principal, les rachis secondaires [R 2 (o) = P 2 (s.o.)] sont subopposés. Des rachis secondaires sont issus les rachis tertiaires (r. 3 = P 3), puis quaternaires... qui aboutissent aux folioles ou pinules (Pin)..

Lorsque le pétiole n'est pas rattaché à la tige, ce qui arrive le plus souvent, le moyen d'identification est, comme pour cette dernière, l'existence d'une zone externe dictyoxylée (pl. 122, fig. 2), circonscrite par un épiderme glanduleux. Le parenchyme fondamental renferme des nids scléreux et des cellules sécrétrices et, dans l'axe de l'organe, s'installe un faisceau libéro-ligneux à structure concentrique. Tous les auteurs lui confèrent un contour en « V » ou en « W » (D. H. Scott [*83*], p. 46, (le « W » prépare à la bifurcation du faisceau).

En réalité, chaque figure du faisceau a un emplacement bien déterminé dans la fronde et l'évolution de celui-ci va maintenant retenir notre attention.

Dans les sections transversales de tiges, réunies dans l'espèce *L. oldhamia*, les traces foliaires, parvenues au stade où elles sont prêtes à entrer dans un pétiole, ont trois aspects différents (pl. 37) fig. G, H, I) selon que les pétioles à innerver sont placés sur des tiges principales (pétioles normaux) ou sur des ramifications axillaires de premier ou deuxième type (pétioles de type I ou II) (pl. 37, fig. C et D).

A. — PÉTIOLES DES TIGES PRINCIPALES

Ce sont les mieux connus, ceux que désigne le terme usité, autrefois, de *Rachiopteris*, abandonné pour l'appellation plus générale (elle englobe toute la fronde) de *Sphenopteris hoeninghausi* (voir Historique, p. 12). Structuralement, ils groupent tous les échantillons dont le système ligneux primaire a la forme d'un « V » ou d'un « W ».

Essayons de préciser l'organisation structurale des rachis constitutifs d'une telle fronde, par l'étude de leurs dimensions et surtout de la forme de leur système ligneux.

Source : MNHN, Paris

I. — Rachis principal et rachis secondaires sub-opposés

1° Dimensions et structures d'ensemble.

Une coupe transversale pratiquée dans le rachis principal est à peu près semi-circulaire (pl. 122, fig. 2). Ses dimensions moyennes varient de 2 à 15 mm (voir tableau p. 106).

Tous les tissus caractéristiques des pétioles de *Lyginopteris* s'y rencontrent : épiderme glanduleux, hypoderme plus ou moins sclérifié, zone dictyoxylée moins épaisse sur la face inférieure (0,6 mm) que sur la supérieure (0,9 mm). Celle-ci est à peu près rectiligne à la base du rachis principal (pl. 123, fig. 3 ; pl. 125, fig. 4), ou au contraire incurvée en son milieu (pl. 124, fig. 2 ; pl. 125, fig. 1), à un niveau plus élevé. Le dictyoxylon cortex circonscrit un parenchyme fondamental au sein duquel se dispersent des cellules sécrétrices et de petits nids scléreux et porte en son milieu un faisceau libéro-ligneux dont la configuration varie de la base jusqu'à l'endroit de sa bifurcation.

2° Évolution du faisceau libéro-ligneux dans le rachis principal.

Il faut distinguer trois étapes :

a) Base du rachis principal.

Tandis que le pétiole est encore soudé à la tige (pl. 121, fig. 4 ; pl. 123, fig. 1), le système libéro-ligneux se compose de deux faisceaux séparés dont la forme rappelle grossièrement celle d'un haricot. Leur position respective (pl. 37, fig. A) suggère un triangle isocèle où chaque élément occupe la longueur des deux côtés égaux du triangle, la base et les environs du sommet représentent à peu près, respectivement, la distance maximale et minimale qui les sépare. Les bords latéraux externes (pl. 37, fig. 1) sont nettement plus rapprochés que les bords latéraux (B. lat.) internes. Le bord interne (B, i.) [orienté côté face supérieure (F. sup.) du pétiole (pl. 37, fig. A)] est indenté en son milieu (pl. 122, fig. 3; pl. 123, fig. 2), le bord externe (B. e.) est également légèrement creusé.

Chaque faisceau se compose de métaxylème primaire (trachéides à ponctuations aréolées multisériées) dont la partie centrifuge (à l'extérieur) est moins développée que la partie centripète. Le bord externe est jalonné de 4 à 5 plages parenchymateuses sur la partie supérieure desquelles (pl. 124, fig. 1) s'accroche un pointement de protoxylème (trachéides spiralées, annelées, réticulées ; voir pl. 139, fig. 2 et 4). Le liber concentrique n'est presque jamais conservé.

L'écartement des deux faisceaux est maximum à l'extrême base du rachis (pl. 39, fig. T). Par la suite, la distance au sommet qui les sépare diminue peu à peu (pl. 39, fig. N), en raison de la formation, dans la partie latérale sommitale interne de chaque faisceau, d'une proéminence du métaxylème, convergeant vers son homologue (pl. 125, fig. 1; pl. 128, fig. 2). Le système ligneux de plusieurs pétioles (pl. 39, fig. R à N) présente cette physionomie.

D'autres faisceaux (pl. 122, fig. 1; pl. 128, fig. 1) montrent, par rapport aux précédents, un allongement notoire de la partie médiane de leur bord interne, délimitant préalablement une concavité, à l'intérieur de laquelle se construit maintenant une véritable convexité, déjà préexistante (avec moins de netteté toutefois), dans les faisceaux d'extrême base du rachis (pl. 123, fig. 2). Cet allongement est particulièrement évident sur les coupes sériées des figures L^1 à L^3 planche 41. On peut comparer sur ces schémas l'allure du sytème ligneux des sections effectuées à une certaine distance, sur un même pétiole.

b) Région moyenne du rachis principal.

La convergence des portions latérales externes des deux faisceaux s'achève, finalement, à peu près dans la région moyenne du rachis principal, quelquefois plus tôt (pl. 121, fig. 2), par la juxtaposition partielle des deux éléments (pl. 39, fig. F à A).

Source : MNHN, Paris

La partie sommitale restée libre du bord externe de chaque faisceau, progresse à son tour en direction du bord inférieur du pétiole (pl. 126, fig. 1; pl. 39, fig. B). L'ensemble constitue un « W » renversé dont la partie centrale est assez ramassée. Elle va se développer (pl. 40, fig. P, O), s'étaler (pl. 129, fig. 1, 2 et 3 ; pl. 40, fig. N à C) tandis que disparaîtra complètement la marque de leur mitoyenneté (pl. 40, fig. 1).

c) Région supérieure du rachis principal.

Un peu avant la bifurcation du rachis principal en deux rachis primaires, le « W » s'apprête à se dissocier en deux « V », destinés à innerver les deux rachis primaires. On retrouve alors, à nouveau, deux « V » renversés accolés (pl. 131, fig. 1 et 2 ; pl. 40, fig. E) par leur branche interne. La figure obtenue (pl. 40, fig. E) se différencie de celle antérieurement observée (pl. 39, fig. B) par l'étalement plus grand de la partie moyenne de l'ensemble et un creusement plus profond du bord interne de chaque « V ».

La scission du « W » en deux « V » se réalise bientôt (pl. 131, fig. 5 ; pl. 40, fig. D) et les deux faisceaux nouvellement individualisés s'écartent de plus en plus l'un de l'autre (pl. 131, fig. 6 ; pl. 132, fig. 1 ; pl. 131, fig. 4 ; pl. 40, fig. C à A).

3° Émission des rachis secondaires.

A partir des extrémités libres des faisceaux du rachis principal, s'individualisent des faisceaux qui se rendent dans les pétioles insérés sur le rachis principal.

a) A partir des extrémités basales.

Nous appelons extrémités basales du faisceau ligneux celles qui regardent le bord supérieur du pétiole et demeurent toujours libres.

A tous les stades, que les faisceaux soient pairs (pl. 128, fig. 2 ; pl. 39, fig. I à G) ou impairs (pl. 128, fig. 4 ; pl. 40, fig. O à L), chacune de ces extrémités, et presque simultanément, prolifère (pl. 128, fig. 1). La figure K, planche 41 où sont superposés les éléments ligneux de droite des coupes sériées n° 101 (pl. 41, fig. M) et 101 A (pl. 41, fig. S) met en évidence cette formation supplémentaire. Un peu plus tard (pl. 41, fig. S), celle-ci se détache du faisceau où elle a pris naissance, en donnant une masse de métaxylème ovale (pl. 124, fig. 2; pl. 39, fig. C; pl. 40, fig. O). Au fur et à mesure que les deux nouveaux faisceaux s'éloignent de leur point d'origine, ils creusent leur bord interne (pl. 126, fig. 2 ; pl. 39, fig. H).

Avant de s'introduire dans le rachis secondaire, ils se modèlent en un « V » renversé (pl. 129, fig. 1 et 3 ; pl. 40, fig. J à E).

Quelquefois, et ceci dans les pétioles de plus faibles dimensions (pl. 126, fig. 2, 4 et 5 et pl. 127), on a l'impression que les deux faisceaux de système ligneux (pl. 41, fig. Q, R) ne prolifèrent pas mais se scindent en deux (pl. 41, fig. N, O). Il s'agit probablement de rachis portés par des tiges jeunes dont les faisceaux sont, à la base, beaucoup moins développés que dans les tiges adultes ou de taille moindre.

b) A partir des extrémités sommitales.

L'idée que, peut-être, l'extrémité sommitale des faisceaux en « V » ou en « W », émettait, elle aussi, un faisceau vasculaire qui pouvait se rendre dans une aphlébie (*), est venue à la suite de la constatation suivante : les faisceaux, parvenus au même stade, dont le contour général est à peu près analogue, offrent malgré tout une différence d'aspect. Si l'on compare, notamment, les figures B et F, planche 39 ; N et M planche 40 ; E et B, planche 40, la dissemblance est du même

(*) On ne connaît pas d'aphlébies en empreinte chez *Sphenopteus hœninghausi*, toutefois celles-ci étant caduques cela explique pourquoi elles sont extrêmement rares parmi les plantes fossiles.

Source : MNHN, Paris

ordre que celle qui existe entre les figures D et F, planche 41. Or, il est visible, sur ces deux dernières figures, que le passage de F à D se fait par l'intermédiaire de E où les zones hachurées représentent la portion à supprimer, pour obtenir la figure D.

L'ablation n'est pas simultanée, car sur les deux « V » ou le « W » d'un même pétiole, une tête sur deux est mutilée (pl. 40, fig. J ; pl. 40, fig. A).

Le premier réflexe tente d'assimiler cet aspect à un artefact imputable à une conservation défectueuse de l'endroit. Il ne semble pas que cela soit le cas, après examen des faisceaux du pétiole représenté planche 131, figure 4, de celui de gauche de la figure 1, planche 133, et de l'élément droit de la figure 6, planche 131, lesquels ne donnent pas l'impression d'avoir subi une détérioration quelconque. D'autre part, sur ces individus, pourquoi les extrémités latérales, au moins aussi aiguës, auraient-elles échappé à cet émoussement ?

Une sérieuse objection à cette hypothèse doit toutefois être formulée, à savoir, qu'aucun pétiole n'a montré cette portion détachée dans cette direction. Le pétiole d'ordre supérieur sur la planche 134, figure 3, est sur le point d'apporter la preuve décisive : un étranglement de la zone sommitale du « V » est presque manifeste (voir également la fig. 5, pl. 128 ; la fig. 2, pl. 130 et la fig. 1, pl. 131).

II. — Rachis primaires et rachis secondaires alternes

1° Dimensions et structure générale.

Le diamètre moyen des rachis primaires est évidemment moindre que celui du rachis principal puisqu'ils résultent du dédoublement de ce dernier. La grande variabilité des dimensions (voir tableau p. 71) provient d'une extrême diversité dans la grandeur même des rachis principaux.

La structure générale est inchangée, par rapport à celle du rachis principal.

2° Rachis primaires.

Au niveau de la bifurcation, le pétiole a ses dimensions maximales (variables selon les individus). Il est pourvu de deux faisceaux en « V » renversé, isolés l'un de l'autre par une bande verticale (sur une coupe transversale) de tissu dictyoxylé en voie de différenciation (pl. 133, fig. 2) dans le parenchyme fondamental. Elle est l'indice d'une bipartition future imminente du rachis principal en deux rachis primaires.

L'innervation de chaque rachis primaire est assurée par le faisceau en « V » (pl. 132, fig. 1) issu de la dislocation du « W » contenu dans le rachis principal.

3° Rachis secondaires alternes.

A leur tour, les rachis primaires supportent des rachis secondaires, innervés par les faisceaux issus alternativement des extrémités du « V ». A leur naissance, c'est-à-dire dans les rachis primaires (pl. 40, fig. N), ils sont ovales et petit à petit prennent le contour classique du « V » renversé, en entrant dans le rachis secondaire (pl. 133, fig. 3, 4 ; pl. 134, fig. 2, 3, 6 ; pl. 135, fig. 1 ; pl. 40, fig. J et H).

III. — Rachis d'ordre supérieur et rachis directement en liaison avec les pinnules.

Le même processus de vascularisation se répète dans les rachis tertiaires et d'ordre supérieur La configuration en « V » du faisceau se maintient assez longtemps (pl. 135, fig. 3 ; pl. 137, fig. 3 et 4 ; pl. 40, fig. H ; pl. 41, fig. T^1 à T^{14} ; pl. 38, fig. T, V).

Source : MNHN, Paris

Au fur et à mesure que les rachis sont plus proches des pinnules, ce qui revient à dire que leur ordre est plus élevé, la forme en « V » s'altère. En premier lieu, la concavité du bord interne du « V » s'affaiblit (pl. 135, fig. 2 ; pl. 41, fig. T^1 à T^{11}), les angles disparaissent (pl. 135, fig. 6; pl. 41. fig. T^{12} à T^{15}) et finalement, le faisceau se réduit à quelques trachéides (trois ou quatre) groupées en une petite masse (20 µ) triangulaire (pl. 41, fig. T^{16} à T^{30}) puis ovale (pl. 41, fig. T^1 ; pl. 41, fig. A, B; pl. 38, fig. O, L et U).

La figure C de la planche 52 reconstitue les transformations successives du cordon ligneux primaire, depuis son entrée dans la base du rachis principal jusqu'à la pinnule.

Remarque : Dans les rachis primaires et d'ordre plus élevé, la possibilité d'émission de métaxylème, à partir du sommet du « V» est peut-être à envisager (pl. 134, fig. 3; pl. 41, fig. T^{30}).

B. — PÉTIOLES DES RAMEAUX AXILLAIRES

I. — Rameaux de type I

L'évolution suivie par les faisceaux destinés à innerver les rachis supportés par la ramification de « premier type », au départ, ne diffère pas de celle que nous venons d'étudier pour les faisceaux contenus dans les pétioles des tiges principales.

Il y a formation d'une paire de faisceaux qui ont tendance à vouloir fusionner.

Les étapes ultérieures seront envisagées au cours de l'étude de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart, après avoir rapproché les sections de cette dernière espèce avec les ramifications de premier type de *Lyginopteris oldhamia*.

En admettant l'identité des deux espèces, nous verrons que l'interrogation relative à l'existence d'une fronde bifurquée ou non, située sur les rameaux de type I se pose.

II. — Rameaux de type II

Les dimensions de ces pétioles sont celles indiquées au cours de l'étude de *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart et *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes* Kubart. Elles sont comprises entre 5-15 mm et nous avons constaté que, dans un rameau de type II, le dédoublement de la trace foliaire corticale ne s'accomplissait jamais. Les sections M 50 p (pl. 107, fig. 2), M 50 t (pl. 31, fig. A) sont à ce sujet particulièrement éloquentes. Si l'on compare sur la planche 33 les figures E et F reproduisant la coupe transversale, ces deux traces foliaires venant de quitter, l'une la tige principale, l'autre le rameau, les différences apparaissent immédiatement. Celle qui provient du rameau (pl. 33, fig. F) est impaire, allongée, son bord interne creusé largement en son milieu et délimite ainsi deux parties latérales arrondies qui contiennent, près du bord supérieur du faisceau, un ou deux pointements de protoxylème. L'aspect général est assez semblable à celui d'un élément de la paire de faisceaux que renferme la base du rachis principal issu de la tige.

L'individualisation, à partir des extrémités de ce faisceau, de portions de métaxylème, destinées à innerver des rachis d'ordre supérieur, n'a encore jamais été observée.

On ne sait pas si les rameaux de ce type portaient des frondes bifurquées analogues à celles disposées autour des tiges principales.

L'hypothèse d'une bifurcation peut se concevoir si, compte tenu des dimensions, on admet que les deux faisceaux des pétioles, figurés planche 127, figures 8 et 9, proviennent de la bipartition d'un faisceau unique, tel que celui de la figure F de la planche 33. Ramenés à un même grossissement, les faisceaux de cette première figure s'encastrent parfaitement dans les portions latérales

Source : MNHN, Paris

du faisceau de la dernière figure. La figure 6, planche 127, pourrait alors fort bien représenter le rachis principal d'un rameau axillaire dont le système ligneux est en train d'émettre des faisceaux qui pénétreront dans les rachis secondaires.

Les tableaux qui suivent maintenant consignent les dimensions des pétioles placés sur la tige principale de *Lyginopteris oldhamia*.

Numéros des coupes et diamètre moyen des pétioles en mm

Rachis principal (2 faisceaux séparés) :

N° 33 : 2 mm. N° 1 B/30, 9, 11 : 2,5 mm. N° 28 t (46) : 3 mm. N° 32, 33, 28, 78 : 3,5 mm. N° E, IV/08 : 4 mm. N° 1 B/31, 33, 48, 2084, 3078, m 50 zg, m 50 n : 4,5 mm. N° 1 B/20, 2, 8, 49, 135 y : 5 mm. N° 290 : 5,5 mm. N° 290, 1396 : 6 mm. N° 22 lx I, N^4 : 6,5 mm. N° 33, 80a, P. 3 : 7 mm. N° 77 lx II, 124 B (348) : 8 mm. N° 55 R (77) : 8,5 mm. N° m 25 g : 9 mm. N° P. 2 : 9,5 mm. N° 74 lx II, 1856 I T^3 : 10 mm. N° 22 lx I, 1858 I T^4 : 11 mm. N° 101 k : 13 mm. N° 16 : 15 mm. N° P^1 : 15,5 mm.

Rachis principal (1 faisceau en « W » renversé) :

N° 51, 55, m 50 zg : 3 mm. N° 78 : 3,5 mm. N° 20 lx I : 4 mm. N° 217, 2235 : 4,5 mm. N° 8, 19, PG^2 : 5 mm. N° 336 : 5,5 mm. N° P. L. : 6 mm. N° 39, 215, B, P G^1 : 6,5 mm. N° 1 : 7 mm N° 28, 24 lx I : 7,5 mm. N° m 25 g : 9 mm. N° I C : 10 mm.

Rachis principal (2 faisceaux séparés en « V » renversé) :

N° m 50 w : 3,5 mm. N° m 25 a, P 1 : 4,5 mm. N° N 14 : 5,5 mm. N° 22 lx I, 27 lx I, m 25 b : 6,5 mm. N° m 22 « : 10 mm.

Rachis primaire et d'ordre supérieur (1 faisceau en « V » renversé) :

N° R 19 : 0,4 mm. N° 8 lx II : 0,5 mm. N° R 19 : 0,6 mm. N° 11, 38, 78, 253 : 1 mm. N° 135 y : 1,25 mm. N° 19, I à 17, M^4, m 50 x, N 13 : 2 mm. N° 22 lx 5, 450, m 50 k : 2,5 mm. N° 33, 686, 102 lx II, ch A III/I, 33 : 3 mm. N° 2534 : 3,25 mm. N° 40 : 3,5 mm. N° 86 : 5 mm. N° R 30 a : 5,5 mm. N° 33 : 6,5 mm.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE IV

CARACTÈRES ÉCOLOGIQUES DE *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ

Du point de vue écologique, l'interprétation de la structure des différents tissus constitutifs de la tige et des pétioles de *Lyginopteris oldhamia* est assez complexe.

A. — TIGE

La faible cutinisation et la rareté des stomates de l'épiderme inviteraient à attribuer à ce végétal un caractère plutôt hygrophyte mais, par contre, l'existence de poils glanduleux est plus volontiers associée à un xérophytisme.

Les caractères écologiques de l'écorce ont une analogie avec ceux de l'épiderme, en ce sens qu'ils semblent contradictoires. (Cette dualité n'est qu'apparente, comme nous le verrons plus loin.) Le développement relativement important du tissu de soutien de l'écorce externe, évoque un certain xérophytisme, tandis que l'écorce moyenne lacuneuse est un indice indéniable de plante hygrophile, vivant sinon dans l'eau, tout au moins dans un milieu très humide (voir R. Combes [*28*], p. 198).

Quant au bois secondaire, les variations observées dans la texture des éléments constitutifs de l'anneau ligneux sont l'indice de modifications temporaires et locales, dans le degré d'humidité du milieu ambiant.

B — PÉTIOLES

Quelques modifications peuventi ntervenir dans la structure générale des pétioles, telle que nous venons de la décrire. Elles sont relatives aux tissus ligneux et parenchymateux.

I. — Tissu parenchymateux

Le parenchyme fondamental des pétioles de *Lyginopteris oldhamia* considéré jusqu'ici est un tissu homogène (pl. 128, fig. 5), uniquement constitué de parenchyme normal aux cellules polygonales (6 côtés), plus ou moins arrondies, où sont également dispersés des nids scléreux et des cellules sécrétrices. On rencontre assez fréquemment un deuxième aspect du parenchyme fondamental.

Source : MNHN, Paris

Il devient hétérogène, par suite de la coexistence de deux tissus : un parenchyme normal et un second dont l'allongement des cellules, en coupe transversale, a lieu perpendiculairement à la surface de l'organe, comme dans un tissu palissadique (pl. 122, fig. 2). Tous les nids scléreux paraissent avoir émigré dans le parenchyme normal.

La présence de tissu palissadique dans les pétioles est un caractère rare chez les plantes actuelles d'après G. Deysson [*36*], qui prétend que le pétiole « ne comprend pas de tissu palissadique » (p. 106). Son apparition a-t-elle un caractère spécifique? Ph. Van Tieghem [*90*] fait remarquer (p .820):

« La structure est homogène, par exemple chez les *Dianthus caryophylus*, elle est hétérogène au contraire dans les *Dianthus barbatus* ». Étant donné la relation directe qui existe entre la formation de ce tissu et les conditions d'éclairement (voir Ph. Van Tieghem [*90*], p. 810), il est fort probable que ce changement de structure est lié à une position du pétiole, plus proche de l'horizontale que dans le cas où tout le parenchyme est homogène, ou bien à une orientation générale de la plante, favorisant plus particulièrement la réception des rayons lumineux sur la face supérieure du pétiole.

II. — Tissu ligneux secondaire

Un second caractère, particulier à de rares échantillons, affecte le système ligneux à n'importe quel degré de son évolution : à la base du rachis principal (pl. 136, fig. 4), à un niveau plus élevé (pl. 131, fig. 2 et pl. 136). Il y a adjonction inhabituelle d'une épaisseur de bois secondaire plus ou moins importante, sur le bord externe et même interne du faisceau ligneux primaire (pl. 136, fig. 3).

Un phénomène analogue s'est déjà produit dans les traces foliaires corticales de quelques tiges et les causes de ces modifications sont identiques, liées à des changements temporaires du milieu.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE V

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DIAGNOSE *DE LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ

I. — Répartition géographique et stratigraphique

Parmi les Lyginodendrales, *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié est l'espèce la plus commune des bassins houillers européens.

1° Le niveau des « Coal Measures » en Angleterre dans les régions du Lancashire et du Yorkshire est le plus riche. Les principaux gisements se trouvent dans les localités suivantes : Halifax, Shore Littleborough, Dulesgate, Oldham, Todmorden, Sharney Ford, Bacup, Hough Hill.

2° Les veines Cunégonde, Finefrau-Nebenbank, Katharina des bassins houillers de la Ruhr, de la Hollande, de la Haute-Silésie, et la couche Bouxharmont dans le bassin houiller belge renferment également, en quantité moindre, de nombreux restes de cette espèce. Les lieux de récolte sont : pour la Ruhr : Vollmond, Langendreer, Zollvexin, Bochum — pour la Haute-Silésie : Ostrau et Karwin — pour la Belgique : Masses Diarbois, Chératte, Sainte-Barbe et Werister.

II. — Diagnose

Tige :

— Développement des tissus selon une symétrie radiale.
— Cycle phyllotaxique des traces foliaires du type 2/5.
— Dédoublement de la trace foliaire corticale.
— Disparition ou apparition de certains tissus dans les régions médullaire et corticale en allant de l'extrême base vers le sommet de la tige principale :
  - absence de sclérification médullaire aux deux extrémités de l'organe ;
  - anastomose des faisceaux périmédullaires, soit par l'intermédiaire d'un faisceau anastomosique supplémentaire dans la partie basale de l'organe, soit par simple juxtaposition à l'extrême base de ce dernier ;
  - présence en rapport avec la longueur des internœuds de 5 à 6 faisceaux corticaux dans la région basale et moyenne de l'organe, de 3 ou 4 seulement vers l'extrême base et le sommet.

Source : MNHN, Paris

— Deux modes de ramifications axillaires :

- ramifications de type I :

  cycle phyllotaxique des traces foliaires de 2/5;
  anastomose des faisceaux périmédullaires à l'extrême base de la ramification par simple juxtaposition ;
  dédoublement de la trace foliaire corticale.

- ramification de type II :

  cycle phyllotaxique des traces foliaires de 2/5;
  pas d'anastomose des faisceaux périmédullaires,
  pas de dédoublement de la trace foliaire corticale.

— Émission des racines adventives selon un cycle de 2/5.

FRONDE :

— Bipennée sur la tige principale, simplement pennée sur les ramifications.
— Pétioles des tiges principales :

- pétiole principal : 2 faisceaux distincts dans la région basale,
  1 faisceau en « W » renversé dans la région moyenne,
  2 faisceaux en « V » renversé dans la région sommitale ;
- pétiole primaire : 1 faisceau en « V » renversé ;
- pétiole secondaire et d'ordre supérieur : 1 faisceau en « V » renversé ;
- pinnule : 1 faisceau de contour ovale.

— Pétioles des ramifications de type I.
— Pétiole primaire : 2 faisceaux distincts dans la région basale,
1 faisceau en « W » renversé dans la région moyenne,
dislocation du « W » en 3 faisceaux. Concavité du faisceau central dirigée vers l'axe de la tige.

— Pétioles des ramifications de type I.

- pétiole primaire : 1 faisceau unique dans la région basale.

ÉTAGE : Carbonifère inférieur et moyen.

GISEMENTS : Bassins houillers de la Ruhr, Belgique, Hollande, Angleterre, Écosse, Haute-Silésie.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE VI

ÉTUDE DES ESPÈCES POUVANT ÊTRE ASSIMILÉES A *LYGINOPTERIS OLDHAMIA* (BINNEY) POTONIÉ

A. — *LYGINOPTERIS (= LYGINODENDRON) LACUNOSUM* KUBART

I. — Caractéristiques de l'espèce d'après B. Kubart

Nous avons déjà vu, dans l'historique du genre *Lyginopteris*, que cette espèce avait été créée en 1911 par B. KUBART [*59*], pour des tiges provenant des coal balls récoltés dans les couches de charbon de Radnitz Braz en Bohême, dans « l'Unteren Karbon » du bassin d'Ostrava Karwina.

Cette même année [*59*], il donne une figuration d'une coupe transversale de tige de l'espèce (lame n° 106 K, pl. II, fig. 3).

En 1914 [*60*], il publie une seconde photographie [pl. II, fig. 6, lame 52 R (288)].

Pour B. KUBART, le caractère distinctif spécifique essentiel est en tout premier lieu la présence d'une écorce interne lacuneuse, liée à l'absence complète de trachéides dans la région médullaire centrale et d'anastomoses des faisceaux périmédullaires. Il indique brièvement la présence d'un anneau ligneux secondaire aussi important que celui de *Lyginopteris oldhamia* et l'existence de 5 cordons ligneux, distribués selon un cycle phyllotaxique de 2/5.

II. — Dimensions et structure des tiges assimilables à cette espèce

Les tiges figurées planches 140 et 141, planche 42, figures A à F, ont la même origine, mêmes dimensions et même configuration générale que les deux spécimens présentés par B. KUBART. Ils proviennent des restes d'échantillons récoltés par B. Kubart et dont une partie a malheureusement été égarée ou détruite pendant la dernière guerre.

Dans l'ensemble, ce sont des tiges de petites dimensions :

le diamètre est compris entre 5 et 14 mm,
l'épaisseur du bois secondaire entre 0,8 et 2 mm.

Source : MNHN, Paris

1° Dimensions.

N° des coupes	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois secondaire en mm	Diamètre moyen de la moelle en mm
135 Y	14	2	2,5
28 C	20	2,5	3
261	10,5	1,5	2
1735	12	2,6	?
240	5	1	1
113 N	7,5	0,5	1
1997	10	1,6	3
114 G	9	0,8	?
28 C	12,5	2	3,5
52 R (288) Kubart [*60*] (pl. II, fig. 6)	13	1,4	2
106 k Kubart [*59*] (pl. II, fig. 3)	11,2	1	2,5

2° L'écorce.

L'écorce se divise en trois parties, comme chez *Lyginopteris oldhamia*, et dans l'écorce interne on rencontre les éléments habituels : parenchyme, cellules sécrétrices et nids scléreux ; ces derniers sont petits et assez nombreux.

L'écorce moyenne, séparée de l'interne par un périderme très étroit, est effectivement formée d'un parenchyme fondamental lacuneux. Contrairement à ce que pensait B. KUBART, le caractère lacuneux de l'écorce n'est pas spécifique. L'écorce moyenne des tiges principales ou des rameaux de *Lyginopteris oldhamia* est, elle aussi, lacuneuse (voir pl. 2, fig. D).

L'écorce externe est typiquement dictyoxylée et pourvue d'un épiderme glanduleux (pl. 140 fig. 3).

Une écorce d'origine secondaire sépare également la région corticale moyenne de la région corticale interne. Elle revêt l'aspect d'un mince filet circulaire sur la planche 140, figures 1 et 2.

3° Le bois secondaire.

Autour de la moelle, l'anneau n'a rien de particulier, si ce n'est que ses trachéides sont d'un petit calibre (pl. 140, fig. 1).

4° Le bois primaire.

Le bois primaire s'organise comme chez *Lyginopteris* en 5 groupes ligneux, répartis en un minimum de 5 faisceaux périmédullaires (n° 28 C 295, pl. 140, fig. 3 ; pl. 42, fig. C), ou davantage lorsque les caulinaires se sont dédoublés (pl. 140, fig. 2 ; pl. 42, fig. D).

Les faisceaux sortants quittent la moelle dans l'ordre phyllotaxique de 2/5 ; quand ils atteignent le cortex sous la forme d'un faisceau grossièrement triangulaire muni d'une ou deux plages parenchymateuses (pl. 42, fig. G à N), rien ne permet de les distinguer de ceux d'une tige quelconque de *Lyginopteris oldhamia*, mais la manière dont leur contour se modèle ultérieurement mérite d'être notée. Au lieu que le faisceau se dédouble dans chaque trace foliaire, celle-ci reste toujours impaire. Le faisceau creuse la région moyenne de son bord inférieur et constitue ainsi deux parties latérales. Le bord supérieur est jalonné de plusieurs plages parenchymateuses (4 ou 5) (pl. 42, fig. G à N).

Source : MNHN, Paris

Si l'évolution et la configuration finales diffèrent de celles d'une trace foliaire d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia*, elles rappellent très exactement les étapes morphologiques successives du bois primaire d'une ramification de type. II La figure A, planche 52, retrace l'évolution d'un cordon ligneux dans une tige de *Lyginodendron lacunosum*. Par comparaison avec la figure A, planche 33, les analogies avec celle d'un rameau axillaire de type II sont tout à fait suggestives.

5° La moelle.

C'est un tissu homogène uniquement parenchymateux qui compose la moelle. Quelques cellules sécrétrices se répartissent ça et là et aucun nid scléreux ne s'y remarque.

III. — Rapports de *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart avec le rameau axillaire de type II de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié

A une similitude d'évolution et de configuration des traces foliaires de *Lyginodendron lacunosum* et de la ramification axillaire de type II de *Lyginopteris oldhamia* s'ajoutent d'autres caractères communs ; les plus importants sont :

— leurs dimensions identiques (comparer les tableaux p. 61, 63, 77);
— l'existence d'un parenchyme cortical lacuneux ;
— l'absence de toute sclérification de la moelle.

Résumé :

L'espèce telle qu'elle a été définie par B. Kubart, c'est-à-dire caractérisée par un parenchyme cortical lacuneux, est peu valable. La notion de parenchyme lacuneux, nous l'avons vu, ne peut aucunement être considérée comme ayant une valeur spécifique.

Cette espèce ne pourrait être maintenue que dans le cas où *Lyginopteris oldhamia* serait scindée en deux : l'une, en liaison avec le premier mode de ramification axillaire, conserverait l'appellation de *Lyginopteris oldhamia*, l'autre, correspondant au deuxième mode de ramification axillaire prendrait la terminologie des tiges avec lesquelles elles se confondent :

Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum Kubart.

B. — *LYGINOPTERIS (= LYGINODENDRON) HETERANGIOIDES* KUBART

I. — Caractéristiques de l'espèce, d'après B. Kubart

La deuxième espèce définie par B. Kubart, dans les coal balls extraits de la veine à coke d'Ostrau-Karwiner, du Carbonifère de Haute-Silésie, se dénomme *Lyginodendron heterangioïdes*. Cette terminologie spécifique a été attribuée par l'auteur, dans le but de rappeler que la présence, dans la région médullaire de ces tiges, de quelques trachéides, en faisait une forme de transition entre les genres *Lyginopteris* Potonié et *Heterangium* Corda.

Source : MNHN, Paris

Il figure successivement deux sections transversales, en 1914 [*60*] (lame n° 90, p. 360 ; pl. 11, fig. 5) et en 1931 [*61*] (pl. I, fig. 1).

Mise à part l'existence de trachéides dans la région médullaire, les autres caractéristiques sont celles de *Lyginodendron lacunosum* Kubart.

II. — Dimensions et structure des tiges assimilables à cette espèce

1° Dimensions.

A titre comparatif, nous donnons un tableau consignant les dimensions des échantillons rapportés à *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterongioïdes* Kubart :

N° des coupes	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois II en mm	Diamètre moyen de la moelle en mm
90 T (183)	15,5	1,5	2
b	11	1,3	2
3457	10	1,5	2
90 C	11	2	2

2° Anatomie.

La description de tous les tissus constitutifs des tiges de cette espèce ne ferait que répéter ce qui a été dit au chapitre précédent à propos de *Lyginodendron locunosum*. En l'absence de ces quelques éléments de métaxylème primaire de la moelle, la distinction entre *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* et *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes*, s'avère impossible.

Les traits caractéristiques des sections présentées sur les planches 142 à 144 sont en toute évidence ceux de *L. heterangioïdes*. La figure 1, planche 142, montre effectivement, au sein de la moelle, un amas de cinq à six cellules qui, contrastant avec le tissu parenchymateux médullaire, attirent l'attention par leurs parois plus épaisses et plus brunâtres. Leur aspect et leurs dimensions sont absolument identiques à ceux des trachéides des faisceaux ligneux primaires périmédullaires. Les assimiler à du bois primaire, comme l'a compris B. Kubart, est très vraisemblable. Toutefois, une autre hypothèse mérite d'être envisagée.

Il faut remarquer que, dans les tout premiers stades d'un tissu en voie de sclérification, la possibilité de confusion avec un tissu ligneux est grande, en section transversale. Peut-être n'est-il pas erroné de voir dans ces éléments aux parois épaissies le début d'un nid scléreux également en voie de sclérification. D'autant plus que nous avons rencontré des coupes transversales de tiges principales ou de rameaux (pl. 117, fig. 1 ; pl. 120, fig. 4 et pl. 144, fig. 2), où l'hétérogénéité de la moelle est due à la seule présence d'un nid scléreux unique, dont l'ampleur est justement à peu près équivalente à celle du petit groupe d'éléments en question.

Les divers degrés de sclérification des parois sont particulièrement bien visibles sur la coupe de la figure 1, planche 144, où l'on peut se demander si les cellules brunâtres, dispersées tout à fait au centre de la moelle, sont l'homologue des cellules, inégalement sclérifiées, qui les enserrent en un manchon irrégulier, sombre.

Pour trancher la question, il faudrait pratiquer une coupe longitudinale dans ce groupe de cellules, laquelle nous renseignerait sur l'allure des ponctuations, la longueur des éléments et, par là même, sur leur véritable nature. Malheureusement, les coal balls récoltés jusqu'à maintenant ne

Source : MNHN, Paris

possèdent pas de tiges semblables. Tous les échantillons du type *Lyginodendron heterangioïdes*, mis à notre disposition, ne se composent que de lames minces, dont il ne reste rien du matériau à partir duquel elles ont été effectuées.

L'hypothèse qui attribue d'office une nature ligneuse et non scléreuse à ces quelques cellules englobées dans la moelle et qui associe leur présence à une distinction spécifique, ou mieux encore, leur alloue, dans l'évolution des Lyginoptéridacécs, la fonction de maillon de transition entre deux genres (voir D. H. Scott, p. 19) semble donc peu valable.

Des tiges qui, par la structure de leurs traces foliaires corticales (pl. 144, fig. 3 et 145, fig. 1), sont indéniablement à intégrer dans l'espèce *L. oldhamia*, comportent quelquefois, elles aussi, (C. e) de tels éléments dans leur région médullaire. D'ailleurs, nous avons vu (pl. 87, fig. 5) que la moelle d'un rameau axillaire de type 1 offrait, en proportion d'autant plus grande que son point d'attache avec la tige principale est proche, des trachéides isolées ou groupées de métaxylème primaire. (Là, leur nature ligneuse n'est pas sujette à caution, car on a pu assister à leur détachement à partir de faisceaux périmédullaires déjà constitués.)

La tige principale de *Lyginopteris oldhamia* elle-même, possède, à l'état jeune, des cellules aux parois sombres, dans une moelle dépourvue de nids scléreux (pl. 76, fig. 1).

En réalité, bien que le processus de formation des rameaux axillaires de type I1 soit différent de celui du type 1, le tissu médullaire est perturbé. A sa périphérie, se différencient de petits faisceaux primaires et, quelquefois, dans la région centrale, certaines ramifications (pl. 111, fig. 1) renferment de maigres nids scléreux. En tout cas, qu'il s'agisse de futures fibres scléreuses ou de trachéides, des cellules aux parois brunâtres parsèment également la région médullaire des ramifications de *Lyginopteris oldhamia* de type 11 (pl. 104, fig. 2).

Résumé :

En considération de ce qui précède, la création de cette nouvelle espèce est très arbitraire et, conformément à l'anatomie générale de ses tiges où les cellules médullaires brunâtres représentent des éléments scléreux ou ligneux, son incorporation, aux côtés de *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum*, dans le groupe des rameaux axillaires de type 1f de *Lyginopteris oldhamia*, paraît plus conforme.

C. — *LYGINOPTERIS (= LYGINODENDRON) AUSTRIACUM* KUBART

I. — Caractéristiques de l'espèce, d'après B. Kubart

Le matériel récolté par D. Stur, à Radnitz Braz, dans la veine à coke du bassin houiller (= Carbonifère moyen) austro-hongrois, dans lequel B. Kubart a effectué de nombreuses lames minces, est à l'origine de la création par ce dernier d'une troisième espèce : *Lyginodendron austriacum*.

Les descriptions qu'il en donne sont très succinctes; le mémoire détaillé envisagé par l'auteur ne fut jamais publié, pour les raisons déjà mentionnées antérieurement.

Dans une première publication [*57*] (lame n° 2 Q ; pl. 1, fig. 1), il figure la section transversale d'une tige rapportée à cette espèce. Malheureusement, la photographie n'est pas excellente et les détails structuraux ne sont pas très visibles.

La deuxième représentation de l'espèce [*59*] (lame 53 o ; pl. I1, fig. 1) n'a trait qu'à une portion de bois secondaire et d'écorce englobant un faisceau cortical à l'état double.

Dans ces deux notes, il met en relief l'existence, malgré la forte croissance en épaisseur de l'anneau ligneux secondaire, de trois traces foliaires corticales seulement, ce qui implique une phyllotaxie différente de 2/5. Il insiste également sur le caractère non lacuneux de l'écorce moyenne, par opposition à celle de *Lyginodendron lacunosum*. Il n'est nullement question de la structure de la moelle et de la configuration particulière des faisceaux corticaux.

Source : MNHN, Paris

II. — Dimensions et structure des tiges aesimilables à cette espèce

C'est à l'université de Graz qu'il m'a été donné de revoir une partie du matériel d'étude de B. KUBART. Une partie seulement, car de nombreux échantillons (notamment l'un de ceux (53 O) qu'il figure) ont été détruits ou égarés au cours de la dernière guerre. Par contre, d'après les critères habituels (dimensions et configuration identiques de la tige considérée, ajoutée à la similitude des organes avoisinants), les lames numérotées : 25 (39) ; 2 R (37) ; 2Q (6) ; 2 O (4) ; 2 N (3) ; 2 M (2) ; 2 K (155) ; 53 V (306) ; 9 (voir pl. 93, fig. 2 ; pl. 94 et 95) renferment les sections transversales d'un même spécimen. A cette série s'adjoignent quelques coupes isolées : 135 Y ; 75 M (pl. 148, fig. 3 et 4).

1° Dimensions.

Le tableau ci-dessous donne une idée de leur taille et de l'importance relative de certains tissus.

N° des coupes	Diamètre moyen en mm	Épaisseur maximale du bois II en mm	Diamètre moyen de la moelle en mm
9	22	5	3
53 V (306)	22	7	7
2 K (155)	25	5	5
2 Q (6)	25	5	5
2 R (37)	25	5	?
25 (39)	22	5	4
2 M (2)	22	5	
135 Y	15	2,5	
75 M	18	3	

Les différences de dimensions de la région médullaire de certaines coupes de la série 25 (39)... 9 proviennent d'une rétraction du parenchyme souvent accompagnée de sa destruction.

2° Le cortex.

Les trois parties corticales traditionnelles sont représentées. Le cortex interne se compose d'un parenchyme fondamental normal, mêlé de petits nids scléreux et de cellules sécrétrices. Il est séparé de l'écorce moyenne par un périderme relativement mince. L'écorce moyenne parenchymateuse a tendance à prendre un caractère lacuneux (pl. 95, fig. 2). Enfin l'écorce externe est typiquement dictyoxylée.

La zone corticale moyenne est encore séparée de la zone interne par un périderme (voir pl. 147, fig. 2).

L'écorce externe est entourée par un épiderme glanduleux observable sur les coupes transversales 53 V (306) (pl. 147, fig. 1) et 2 O (pl. 146, fig. 1).

3° Le bois secondaire.

Comme dans toutes les tiges de *Lyginopteris*, un anneau, ici assez épais (5 mm), de bois secondaire entoure la moelle. Les éléments constitutifs : rayons parenchymateux et trachéides en files radiales sont finement texturés (diamètre moyen d'une trachéide = 70 μ).

Source : MNHN, Paris

4° Le bois primaire.

L'originalité de ces coupes réside dans le contour, la position, le nombre des faisceaux primaires médullaires et corticaux.

a) Faisceaux corticaux.

L'examen des coupes sériées figurées (planches 44 fig. A, 145, fig. 2; 146 et 147) décèle, le plus souvent, la présence effective de trois traces foliaires corticales (pl. 44, fig. A à D), comme l'a signalé B. Kubart. Toutefois, certaines offrent des traces manifestes de la sortie d'une quatrième (interruption du dictyoxylon cortex) (pl. 44, fig. F). L'une d'elles (pl. 44, fig. G; pl. 94, fig. 2) montre l'existence indubitable de quatre traces foliaires corticales. Cette dernière constatation n'entrave pas l'opinion de B. Kubart, selon laquelle la phyllotaxie 2/5 n'est pas de rigueur chez *Lyginodendron austriacum*, à condition toutefois de considérer qu'à un niveau supérieur, la plus âgée des traces foliaires corticales sera remplacée par le faisceau cortical le plus jeune. Ainsi, sur la planche 44, figure A, avec le mode de numérotation des faisceaux adopté jusqu'ici, il faudrait que (+ 2) se place un peu plus haut sur la tige, dans l'axe de symétrie de (+ 5). Il reste à savoir si ce processus est bien effectif. C'est à nouveau la méthode de superposition, par calque des coupes, qui va nous renseigner.

Les sections A et B de la planche 45 inférieures à la figure G de la planche 44, montrent une coïncidence respective parfaite des quatre traces foliaires. Il en est de même pour les coupes supérieures F, E, D, C, A, B de la planche 44 qui perdent successivement leurs traces foliaires (+ 5) et (+ 4).

La superposition des coupes 25 (39) et 53 V (306) (pl. 45, fig. C), de façon à ce que les traces foliaires de même âge coïncident, laisse entrevoir sans conteste que le faisceau sortant de la moelle, qui se dirige dans l'axe de (+ 5), n'est pas (+ 2) mais bien (0). La trace foliaire (+ 2) appartient à un cordon ligneux distinct de (+ 5).

De la même manière, la superposition des coupes 2 M (2) (pl. 44, fig. F) et 2 R (37) (pl. 44, fig. C) prouverait que (+ 1) ne s'achemine pas dans l'axe de (+ 4) mais suit le rayon passant à peu près à égale distance de (+ 4) et (+ 3), c'est-à-dire à l'emplacement où, à un niveau inférieur à 2 M (2), se rencontrerait la trace foliaire (+ 6).

Bien que la section transversale de la tige 53 V (306) (pl. 95, fig. 1 ; pl. 45, fig. A) n'offre que trois traces foliaires corticales, l'existence de cinq cordons ligneux distincts, disposés (pl. 94, fig. 2 ; pl. 44, fig. G) selon un ordre phyllotaxique de 2/5, [entre (+ 5) et (+ 4), s'intercale (+ 2) et entre (+ 4) et (+ 3) s'intercale (+ 1], est manifeste, contrairement à l'opinion de B. Kubart.

Un phénomène analogue affecte les rameaux axillaires de type I de *Lyginopteris oldhamia* (voir pl. 37, fig. A à F). Ce qui varie, c'est la configuration générale prise par la trace foliaire corticale la plus âgée.

Les figures H à G et A, B des planches 44 et 45 permettent de reconstituer l'évolution de chacune des traces foliaires de la série et par là même d'en déduire celle d'une trace foliaire quelconque (pl. 47, fig. A^1 à A^{15}). Ceci depuis le moment où elle pénètre dans le bois secondaire (pl. 47, fig. A^{16}), sous la forme d'un faisceau ovale unique pourvu de deux plages parenchymateuses, jusqu'à son entrée dans un pétiole (pl. 47, fig. A^1 et G^2) où elle se compose alors de trois parties. Le bord inférieur de la partie centrale allongée a une incurvation orientée vers le centre de la tige, quatre ou cinq plages parenchymateuses s'alignent à proximité du bord supérieur. Les deux portions latérales, plus ou moins rattachées à la partie moyenne, sont constituées chacune d'un faisceau ramassé sur lui-même, avec deux à trois plages parenchymateuses sur le bord supérieur, le bord inférieur étant assez profondément indenté.

Cette configuration dernière est acquise après des modelés successifs (pl. 47, fig. A et pl. 52, fig. B). Le faisceau impair est d'abord partagé en deux faisceaux ovales (pl. 47, fig. A^{13}), lesquels s'éloignent l'un de l'autre tout en creusant leur bord inférieur (pl. 47, fig. A^{11}), puis se rapprochent à nouveau (pl.47, fig. A^8, A^7), finissent par se souder en leur milieu (pl. 47, fig. A^6) en un arc semi-circulaire aux extrémités légèrement étranglées (pl. 47, fig. A^5 pl. 148, fig. 1) et gonflées au-delà de l'étranglement. Les deux extrémités vont se détacher presque simultanément de l'arc (pl. 47,

Source : MNHN, Paris

fig. A^3; pl. 148, fig. 2). Il est malaisé de savoir si la rétraction de la partie centrale du faisceau (+ 5) de la coupe 53 V (306) (pl. 147, fig. 1 ; pl. 47, fig. G^1, G^2) est naturelle on résulte simplement d'une compression artificielle de l'ensemble.

b) Faisceaux périmédullaires.

L'existence de cinq traces foliaires corticales suppose la présence corrélative de cinq faisceaux médullaires caulinaires, à partir desquels elles ont pris naissance.

La région médullaire, parfaitement bien conservée, de la coupe 53 V (306) (pl. 147, fig. 1 et pl. 45, fig. A), présente à sa périphérie cinq masses de métaxylème primaire plus ou moins étalées. Il convient de raccorder chacune d'elles à la trace foliaire avec laquelle elles sont en relation.

Nous avons, précédemment, déjà identifié le faisceau médullaire sortant (0), remplaçant de la trace foliaire (+ 5). La superposition des sections 2 R (37) (pl. 145, fig. 2 ; pl. 44, fig. B) et 2 K (155) (pl. 146, fig. 2 ; pl. 44, fig. G) détermine la position alterne gauche de (0) par rapport à (+ 5). Tous les caulinaires, sur les coupes sériées, telles qu'elles sont présentées sur les figures A à G et A, B des planches 44 et 45 se situeront donc à gauche de leur faisceau sortant, ce qui permet de retrouver à quel cordon ligneux s'incorporent les cinq faisceaux périmédullaires de la section 53 V (306) (pl. 46, fig. 1).

En faisant coïncider, par superposition avec 53 V (306), les faisceaux médullaires et corticaux, de la manière dont leur configuration ou leur évolution l'exigent, tous les faisceaux médullaires des coupes de la série peuvent être identifiés.

Tout de suite, de la comparaison des sections 53 V (306) (pl. 46, fig. 1), et 2 R (37) (pl. 46, fig. C), il apparaît en toute évidence, que la position respective des faisceaux médullaires varie, comme l'indique le tableau ci-dessous.

N° des coupes	Faisceaux médullaires	
	Rapprochés	Éloignés
53 V (306)	(Caul. v) et (Caul. ii) (Caul. iii) et (Caul. i)	(Caul. v) et (Caul. iii) (Caul. iv) et (Caul. i)
2 R (37)	(Caul. v) et (Caul. iii) (Caul. iv) et (Caul. i)	(Caul. v) et (Caul. ii) (Caul. iii) et (Caul. i)

Sur 53 V (306) (pl. 46, fig. 1), les faisceaux médullaires caulinaires (Caul. v) et (Caul. ii), d'une part, et (Caul. iii) et (Caul. i), d'autre part, sont très rapprochés l'un de l'autre : par contre, une assez grande distance sépare les deux couples de faisceaux : (Caul. v) et (Caul. iii), puis (Caul. iv) et (Caul. i).

Les rapprochements et écartements respectifs des faisceaux circum-médullaires de la section 2 R (37) (pl. 46, fig. C) sont inversés par rapport à ceux de 53 V (306). Les faisceaux (Caul. v) et (Caul. iii) sont séparés par un mince filet parenchymateux, tandis que (Caul. iv) et (Caul. ii) sont accolés.

De cette constatation, il faut déduire que les faisceaux médullaires de deux groupes ligneux voisins (V) et (III), par exemple (pl. 46, fig. 1) séparés l'un de l'autre, à un niveau donné, par une certaine distance, convergeront l'un vers l'autre, un peu plus haut (pl. 46, fig. C), tandis qu'au-dessus (pl. 46, fig. B), ils finiront par s'accoler. Après s'être réunis, par le cheminement inverse, les faisceaux vont se dissocier à nouveau. Un peu avant que les cordons ligneux (V) et (III) (pl. 46, fig. C) se soient fusionnés, l'accolement des caulinaires (IV) et (I) s'est déjà produit. La disjonction de ces derniers s'opère lorsque (— 1) s'individualise en se scindant de son caulinaire : (Caul. iv). De la même manière, ce dernier se rapproche alors de (Caul. ii), après l'individualisation de (0), lorsque son caulinaire (Caul. v) a migré vers (Caul. iii) (pl. 46, fig. A).

Source : MNHN, Paris

Ces rapprochements, puis écartements successifs des cordons ligneux périmédullaires constituent un véritable réseau autour de la moelle, matérialisé schématiquement sur la figure F planche 28.

Une édification du système ligneux primaire, à la périphérie de la moelle, absolument comparable à celle-ci, s'est déjà rencontrée dans la ramification axillaire de type 1 de la tige de *Lyginopteris oldhamia*. (Voir p. 58),

D'autres sections 75 M 98 ; 135 Y (pl. 148, fig. 3 et 4), par l'aspect de leur bois primaire (pl. 47, fig. A^6 et A^7), se rapportent à cette espèce créée par B. KUBART que nous identifions au rameau axillaire de type 1 de *Lyginopteris oldhamia*.

5° La moelle.

A première vue (pl. 147, fig. 1), la moelle semble composée d'un parenchyme homogène au sein duquel se dispersent des cellules sécrétrices isolées. Après observation microscopique, on distingue quelques petits groupes de cellules polygonales aux parois plus épaisses, lesquelles constituent sur une coupe longitudinale de véritables petites chaînettes (pl. 148, fig. 5). Elles peuvent sans ambiguité être comparées aux nids scléreux sectionnés longitudinalement (pl. 54, fig. 1) qui se rencontrent dans la moelle de la région moyenne d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia*. Toutefois, il y a une différence très nette en ce qui concerne le degré de sclérification. Elle est très peu prononcée chez *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum*.

III. — Structure des pétioles pouvant être assimilés à l'espèce de B. Kubart

Au moment de sortir de la tige (en tout cas pour les individus de grande taille), la trace foliaire s'est partagée en trois parties.

1° Rachis d'ordre « n » et « n + 1 ».

A son entrée dans le rachis (pl. 148, fig. 2) directement relié au rameau, l'ensemble des trois parties du faisceau ligneux se dispose selon un arc de cercle à concavité dirigée vers l'axe de la tige. La partie centrale, allongée et arquée, pourvue de quatre à cinq plages parenchymateuses, le long du bord externe, se rend dans le rachis primaire, les deux latérales, arrondies, creusées sur leur bord interne et munies de deux plages parenchymateuses, doivent innerver, presque simultanément, les deux rachis secondaires sub-opposés ou alternes.

Des faisceaux ligneux, identiques à ceux-ci et incorporés dans les pétioles sont présentés, planche 149, figures 1, 4, 5. Certains ont dû subir une compression et la partie centrale semble recroquevillée sur elle-même (pl. 149, fig. 1). D'autres ont une région centrale dont l'arc est régulièrement arrondi, et ne diffèrent des premiers étudiés que par leur taille, plus petite (pl. 149, fig. 3).

Des pétioles contenant un système vasculaire qui rappelle l'un des faisceaux latéraux de la figure A^1 ou A^3, planche 47, se trouvent parmi les échantillons étudiés et donnent probablement une idée (pl. 149, fig. 2) de l'allure du faisceau ligneux dans les rachis secondaires.

2° Rachis d'ordre supérieur.

Les rachis interprétés comme des rachis d'ordre n + 1 (pl. 149, fig. 2, 3, 6, 7) émettent latéralement de petits faisceaux arrondis qui vascula riseront les pétioles tertiaires (pl. 47, fig. J).

RÉSUMÉ :

La figure B, planche 52, reconstitue l'évolution générale du bois primaire dans la tige et les pétioles pouvant être assimilés à l'espèce définie par KUBART : *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum*.

Source : MNHN, Paris

A plusieurs reprises, un rapprochement de cette espèce avec la ramification axillaire de type I de *Lyginopteris oldhamia* s'est imposée.

L'existence d'une moelle à peine sclérifiée autour de laquelle les cinq cordons ligneux s'anastomosent en un même réseau d'où partent les traces foliaires sortantes, peu nombreuses dans le cortex (généralement trois dans une section transversale), dresse le tableau de leurs caractères communs. Les différences ont trait aux dimensions (plus grandes chez *L. austriacum*) mais surtout à la configuration prise par la trace foliaire sur le point d'innerver un pétiole, différences qui pourraient apparemment constituer une objection à la tentation, en raison de leurs affinités, d'assimiler *Lyginodendron austriacum* à une ramification axillaire de type I de *Lyginopteris oldhamia*. Les divergences relatives aux dimensions n'entrent pas vraiment en ligne de compte. Le diamètre élevé peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'une ramification d'ordre inférieur à celles étudiées dans un précédent chapitre (p. 52) ou en provenance simplement d'une tige principale plus importante. Quant à la différence de configuration des traces foliaires corticales les plus âgées, il n'est pas exclu qu'un peu plus haut dans la série. les ramifications axillaires de *Lyginopteris oldhamia* (pl. 26, fig. A à F) prennent également, avant d'entrer dans leur pétiole, la même allure que celle de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum*. D'ailleurs, dans la série relative à cette dernière espèce, les sections inférieures 9 et 53 V (306) (pl. 45, fig. A et B) ont des traces foliaires où la fusion des deux faisceaux de (+ 5) n'a pas encore eu lieu et dont la configuration rappelle tout à fait celle des ramifications axillaires. Rien ne s'opposerait à les confondre avec celles-ci, si on les avait trouvées isolément.

A la lumière de cette étude, la validité de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart est précaire, et son incorporation dans l'espèce *Lyginopteris oldhamia*, comme représentant le premier mode de ramification axillaire, est très plausible.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE VII

ÉTUDE DE *LYGINOPTERIS CORSINI* nov. sp.

Tous les échantillons (tiges et pétioles) étudiés dans ce chapitre appartiennent, sans conteste, au genre *Lyginopteris*. Ils possèdent les caractéristiques du genre : épiderme glanduleux, aspect dictyoxylé de l'écorce, nombre et répartition des faisceaux du bois primaire dans les différents tissus de la tige.

A. — LA TIGE

I. — Dimensions

Le diamètre des échantillons rencontrés est compris entre 1 et 2 cm.

II. — Étude des différents tissus

1° Écorce et bois secondaire.

Ces tissus n'offrent aucune différence avec ceux d'une tige de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

2° Bois primaire.

Le bois primaire se répartit comme dans *L. oldhamia* en cinq faisceaux périmédullaires alternant avec cinq faisceaux corticaux, distribués selon un cycle phyllotaxique de 2/5.

La morphologie et l'évolution du faisceau fournissent les critères de cette discrimination spécifique.

Une succession de coupes sériées (n° 41 à 46 ; pl. 149, fig. 8 ; pl. 150, fig. 1 à 3) intéresse un pétiole en connexion avec une tige. Les tiges visibles dans ces sections ont toutes un diamètre moyen de 18 mm, une épaisseur de bois secondaire de 2 mm et présentent les mêmes déformations. La méthode qui consiste, après agrandissement, à superposer les sections à l'aide de calques, met en évidence leur parfaite coïncidence et permet bien d'affirmer qu'elles sont issues d'un même coal ball.

L'émission progressive hors de la tige du faisceau ligneux (+ 5) (pl. 48, fig. I à L) est parfaitement apparente. Par contre, il y a eu détérioration de la tige au niveau du faisceau (+ 1), mais l'existence et l'emplacement de ce dernier restent nettement indiqués par la présence du faisceau caulinaire (— 4) et par l'épaisseur moindre du bois secondaire, révélatrice du passage d'un faisceau primaire de l'anneau ligneux secondaire dans le cortex. Il devient alors possible de suivre les trans-

Source : MNHN, Paris

formations du faisceau primaire mésarche (muni d'une plage parenchymateuse sur le bord de laquelle, à l'image de *Lyginopteris oldhamia*, pointe le protoxylème) depuis sa naissance à la périphérie de la moelle jusqu'à son entrée dans le pétiole.

La course des faisceaux (0) à (+ 1), dans les quatre coupes sériées de la planche 48, fig. I à L, est absolument semblable à celle rencontrée chez *L. oldhamia*. L'évolution de chacune des traces foliaires (pl. 48, fig. H à A) est du même mode que dans cette espèce, jusqu'au stade (+ 4). Par contre, à partir de (+ 5) apparaissent de légères différences. Tout d'abord, la jonction des deux constituants primitifs de (+ 5) se fait plus tôt, puisqu'elle a déjà lieu dans le cortex de la tige et, de plus, la conformation prise par (+ 5) diffère quelque peu du « W » renversé, typique du faisceau du pétiole principal de *L. oldhamia*. Les parties qui correspondraient aux deux jambages extérieurs du « W » sont plus globuleuses que chez *L. oldhamia* et nettement resserrées à l'endroit de leur insertion avec la zone moyenne. Schématiquement, (+ 5) se compose d'une portion centrale, en forme d'arc à concavité tournée vers la périphérie de la tige, et de deux parties latérales ovales (pl. 48, fig. C et D).

Deux autres coal balls (n° 216 et 217) renferment chacun une tige (1 cm de diamètre) qui se range vraisemblablement dans cette espèce, comme en atteste l'allure de leur faisceau sortant (+ 5) (pl. 49, fig. H^3 et H^2). Avant que les deux éléments du faisceau (+ 5) ne s'unissent (pl. 49, fig. H^3), une indentation médiane des bords inférieur et supérieur de chacun d'eux sont les indices du détachement ultérieur des portions latérales du futur faisceau principal en « W » (voir plus loin).

Toujours en ce qui concerne le faisceau (+ 5) (pl. 49, fig. H^2) de la tige n° 216, il ne se distingue du faisceau (+ 4) (pl. 48, fig. E) de la tige représentée planche 149, figure 8 et 150, figures 1 à 3 que par la juxtaposition de ses deux constituants.

3° La moelle.

Assez mal conservée dans l'ensemble (pl. 150, fig. 2), est composée de parenchyme avec quelques cellules sécrétrices et de rares nids scléreux informes et disparates.

III. — Racines adventives

Dans la portion de tige intéressée par les coupes transversales sériées n° 41 (pl. 150, fig. 3 ; pl. 48, fig. L) ; n° 43 (pl. 150, fig. 2 ; pl. 48, fig. K) ; n° 44 (pl. 150, fig. 1 ; pl. 48, fig. 725) et n° 46 (pl. 149, fig. 8 ; pl. 48, fig. I), cinq racines sont émises successivement.

La méthode utilisée, à propos de *L. oldhamia*, pour démontrer que les racines adventives se distribuaient sur la tige, selon un cycle de 2/5, aboutirait aux mêmes résultats, dans le cas de *Lygi-nopteris corsini* (voir pl. 49, fig. A à E).

B. — LES PÉTIOLES

Les pétioles rapportés à cette espèce proviennent, pour la majorité, de coupes transversales non sériées. Une étude comparée de la morphologie de leur bois primaire a permis de décrire leur évolution structurale.

I. — Pétiole primaire

1° Réglon basale et moyenne.

Le faisceau sortant (+ 5) pénètre dans son pétiole correspondant, à l'état double (pl. 49, fig. H^3) ou simple (après union des deux constituants ligneux initiaux (pl. 49, fig. G^4). La formation du « W » renversé a donc lieu tout de suite à la base du pétiole principal ou dans sa région moyenne.

La tige incluse dans la série des coupes transversales 41... 46 (pl. 48, fig. I à L) est accompagnée de deux pétioles dont les faisceaux ont une structure comparable à celui contenu dans le pétiole de

Source : MNHN, Paris

la planche 149, figure 8. Grâce à un meilleur état de conservation, ils apportent des précisions quant à la conformation véritable du faisceau (+ 5) de cette dernière figure, dégradé en certains endroits au cours de la fossilisation. Il faut noter, par exemple, la présence de trois plages parenchymateuses, dans l'arc médian du « W » et d'une ou deux, dans chacune des parties latérales.

Dans l'échantillon n° 216, est incorporé un pétiole (pl. 48, fig. O) pourvu d'un faisceau aux dimensions et au contour (pl. 49, fig. G^{10}) évoquant la figure de la planche 48. Ce pétiole, long de 5 cm, a son bois primaire moins altéré que dans la série de lames 41.... 46, ce qui facilite ainsi l'observation du stade précédant la séparation des deux parties latérales du « W ». Toujours dans ce coal ball n° 216 (face C), un morceau de tige englobe un faisceau (+ 5) (pl. 49, fig. H^1) où débute l'union de ses deux composants. L'individualisation des deux parties latérales du futur « W » est suffisamment bien prononcée pour justifier l'intégration de ce pétiole dans l'évolution d'une trace foliaire de cette espèce.

Deux autres pétioles (pl. 48, fig. P et M) peuvent, par la configuration de leurs faisceaux, très voisine de celle représentée planche 48, figure C, s'adjoindre aux précédents.

Parmi les nombreux pétioles que la Kökfloz a livrés, il en est un (pl. 151, fig. 2) dont le faisceau ligneux (pl. 49, fig. F 8) offre des ressemblances frappantes avec celui provenant d'un nodule de la veine Katharina, figuré planche 49 en G^3. Les deux portions latérales du faisceau primaire sont nettement distinctes de l'arc médian mais demeurent encore accolées à lui. Elles comportent deux plages parenchymateuses et l'arc médian, quatre.

L'individualisation des parties latérales du « W » s'accentue au fur et à mesure que les coupes transversales du pétiole primaire sont de plus en plus éloignées de leur point d'attache avec la tige. Le détachement complet est réalisé sur les pétioles contenus dans les lames n° E B (pl. 151, fig. 4 ; pl. 49, fig. F^4) et n° 54 (pl. 151, fig. 7 ; pl. 49, fig. F^5 et F^4).

2° Région supérieure.

Le pétiole n° 54 (pl. 151, fig. 7 ; pl. 49, fig. F^5 à F^2) a été l'objet d'une série de dépelliculations successives. Elles ont permis de constater que lorsque les parties latérales du « W » s'étaient complètement dissociées de l'arc médian (pl. 94, fig. F^5), ce dernier se désarticulait à son tour en trois éléments (pl. 49, fig. F^3), munis sur leur bord supérieur d'une plage parenchymateuse pour les deux plus externes et de deux pour celui du centre. Les sections transversales pratiquées à des niveaux inférieurs, laissaient déjà entrevoir cette tripartition par la présence d'indentations très profondes (pl. 151, fig. 2 ; pl. 49, fig. F^2) étranglant l'arc médian, aux endroits mêmes où s'effectuent les scissions ultérieures.

II. — Pétioles latéraux secondaires dans la région basale de la fronde

Le faisceau en « W » contenu dans le pétiole 8 M (pl. 49, fig. G^8) montre un étranglement de la partie inférieure de ses branches latérales qui laisse entrevoir le détachement de portions de métaxylème destinées à innerver les pétioles secondaires alternes.

Cette séparation s'est accomplie sur la coupe n° 48 (pl. 151, fig. 3 ; pl. 49, fig. G^6) qui recèle un pétiole dont le faisceau en « W » est voisin de celui représenté en G^7 sur la planche 49.

L'une de ces masses de métaxylème a dû s'engager dans un rachis secondaire, comme l'atteste l'expansion en doigt de gant de l'épiderme inférieur du pétiole n° 41, figuré planche 150, figure 9.

III. — Dislocation du pétiole primaire en rachis d'ordre secondaire dans la région sub-terminale de la fronde

Dès que le « W » s'est constitué, c'est-à-dire à la base du rachis primaire, les étranglements des deux branches latérales au niveau de leur point d'attache avec l'arc médian annoncent une désarticulation ultérieure (n° 46 ; pl. 150, fig. 7 ; pl. 49, fig. G^4 n° 216 ; pl. 49, fig. G^2 ;

Source : MNHN, Paris

n° 101 = 105 K ; pl. 151, fig. 2 ; pl. 49, fig. F^3). Celle-ci se réalise sur les sections transversales des pétioles n° E B (pl. 151, fig. 4 ; pl. 49, fig. F^6) et 54 face A (pl. 151, fig. 7 ; pl. 49, fig. F^5). Le bois du rachis primaire se compose alors de l'arc central et de deux faisceaux latéraux ovales, complètement indépendants.

Avant même que les branches latérales du « W » n'aient quitté le rachis primaire, l'arc médian de celui-ci se divise à son tour en trois parties (n° 54 face C ; pl. 49, fig. F^4 ; n° 104 R ; pl. 49, fig. F^2). A ce stade, le rachis primaire possède cinq faisceaux distincts, d'importance égale, et toujours disposés selon un « W » renversé.

La présence d'une double plage parenchymateuse dans la portion de métaxylème la plus centrale, ajoutée à une indentation médiane de ses bords inférieur et supérieur, sont les signes précurseurs d'une bipartition ultérieure.

A aucun moment on n'assiste à la bifurcation du rachis directement situé sur la tige. La fronde devait être simplement pennée. On peut penser, par analogie avec la fronde fertile de *Diplopteridium*, que ces divisions successives sont peut-être en liaison avec les ramifications fertiles supportant les organes mâles.

C. — RAPPORTS ET DIFFÉRENCES DE *LYGINOPTERIS CORSINI* AVEC LES AUTRES ESPÈCES

La tige principale de *Lyginopteris corsini* se distingue peu de celle de *L. oldhamia;* par contre, l'évolution du bois dans les pétioles qui s'y insèrent directement (rachis primaire) est très différente.

L'innervation des pétioles d'ordre supérieur a lieu, non pas par bipartition du « W » en deux parties équivalentes, mais par désarticulation successive, tout d'abord des branches latérales, puis de l'arc médian.

L'organisation du bois primaire dans le rachis primaire de *L. corsini* offre des similitudes avec celle rencontrée dans les pétioles primaires placés sur les ramifications de « type I » de *Lyginopteris oldhamia (= Lyginodendron) austriacum*. La distinction essentielle réside dans l'orientation de la concavité de l'arc central. En outre, la désarticulation de la partie centrale du faisceau n'a pas été observée dans les pétioles supportés par les rameaux de type I de *L. oldhamia (L. austriacum)*.

On pourrait supposer que cette évolution du bois primaire n'affectait que les frondes fertiles d'une même espèce. Les frondes stériles réaliseraient leur bifurcation selon le mode le plus courant remarqué chez *L. oldhamia* ou *L. kubarti*. Ceci étant hypothétique, la création d'une espèce distincte de ces deux dernières s'impose.

D. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Les bassins houillers apparemment les plus riches en cette espèce sont :

1° *Le bassin de la Ruhr :* la veine Katharina (limite entre le Westphalien A et B) a fourni de nombreux coal balls, principalement dans les localités de Werne et Langendreer.

2° *Le bassin belge :* dans le niveau de Katharina également.

3° *Le bassin de Haute-Silésie :* dans les localités d'Ostrau et Karwin où se trouve la veine Kokflöz (qui correspond en France à un niveau du Namurien supérieur).

Les « Coal Measures » du *bassin du Lancashire* en sont relativement très pauvres.

Source : MNHN, Paris

E. — DIAGNOSE

Tige :

— arrangement structural du type *L. oldhamia.*
— traces foliaires et racines adventives disposées selon le cycle phyllotaxique de 2/5.

Fronde : simplement pennée.

Pétiole primaire : l'évolution du bois primaire varie :

1. *Région basale :* constituée d'une paire de faisceaux ;
2. *Région moyenne :* union des deux constituants en un seul faisceau au contour voisin d'un « W » renversé. Les *branches latérales globuleuses* et la concavité de l'arc médian, dirigées vers l'épiderme supérieur.
3. *Région supérieure :* division du faisceau, par *détachement* presque simultané des *deux branches latérales du « W »*, suivie par une *tripartition* de *l'arc médian.*

Pétioles latéraux secondaires alternes : innervés par étranglement des extrémités inférieures du faisceau principal en « W », lequel détache une masse ovale de métaxylème.

Étage : Carbonifère inférieur et moyen.

Gisement : Bassins houillers de la Ruhr, Belgique, Haute-Silésie et Lancashire.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE VIII

ÉTUDE DE *LYGINOPTERIS KUBARTI* (*) nov. sp.

Les pétioles étudiés ci-après se rangent dans le genre *Lyginopteris* (épiderme glanduleux, dispersion de nids scléreux dans le parenchyme fondamental et configuration générale du système vasculaire).

A. — LES PÉTIOLES

I. — Composition du bois primaire dans le pétiole principal

La tige de *Lyginopteris kubarti* demeure encore inconnue. L'évolution particulière du bois primaire des pétioles sert de critère à la distinction de cette nouvelle espèce.

1° Base du pétiole principal.

Les lames n° 124 N, 124 F, 124 R proviennent de la sériation d'un seul nodule ; ceci ressort de l'arrangement et de la permanence des mêmes organes. Il est possible de suivre en sections transversales le même pétiole (5 mm×4 mm), dans le parenchyme duquel est inclus une paire de faisceaux (pl. 51, fig. A^6 et A^7).

Cette dualité du système ligneux, à la base du pétiole principal (pl. 152, fig. 1 ; pl. 51, fig. A^6), est commune à d'autres espèces, mais revêt des caractères propres :

— ici, chaque faisceau est affecté, au milieu de son bord inférieur, d'une échancrure concave beaucoup moins accusée et au rayon de courbure plus grand que chez *L. oldhamia*. Par ailleurs, la concavité se situe très près du sommet de chaque faisceau ;

— les extrémités de chaque faisceau ligneux ne s'incurvent pas l'une vers l'autre aussi nettement que chez *L. oldhamia* et l'extrémité inférieure a très vite tendance à se redresser en direction de l'épiderme supérieur du pétiole (voir pl. 51, fig. A^6).

(*) Cette nouvelle espèce est dédiée à la mémoire du Docteur KUBART, la plus grande partie du matériel ayant été récolté par lui.

Source : MNHN, Paris

Les faisceaux (pl. 51, fig. A^4) du pétiole figuré planche 152, figure 4, ont de grandes analogies avec ceux (pl. 51, fig. A^3) précédemment décrits.

La concavité du bord inférieur des deux faisceaux est plus accentuée et leur écart moins marqué.

Les figures A^3 et A^2, planche 51, traduisent une disposition ultérieure ; l'incurvation des faisceaux s'est encore accusée (pl. 51, fig. A^2), ce qui situe les coupes dans une partie plus haute du pétiole principal et à une plus grande distance de son point d'attache avec la tige. Lorsque l'état de fossilisation est suffisant, près du bord externe de chaque faisceau existent (pl. 51, fig. A^4) quatre petites plages parenchymateuses où s'accroche, sur la limite supérieure, un pointement brunâtre de protoxylème.

2° Région moyenne du pétiole principal.

Le rapprochement des deux faisceaux ligneux, amorcé dès la base du pétiole principal, se poursuit. A leur juxtaposition (pl. 51, fig. A^2) succède leur jonction (pl. 152 et 153, fig. 2 ; pl. 51, fig. A^1 et B^6).

L'indentation médiane très profonde de la partie centrale du faisceau principal est le témoin de son état double initial. Elle s'atténuera au fur et à mesure que l'union sera plus ancienne. Les sections sériées du pétiole représenté planche 50, figure D^1 à D^5, correspondent aux étapes successives de cette évolution. A partir de D^4 l'association des deux faisceaux initiaux est totale. Le faisceau principal unique prend alors l'aspect d'un « W » renversé aux sommets émoussés, ou mieux, d'un « double U ».

Les plages parenchymateuses ne sont pas toutes identifiables ensemble, sur une seule coupe. Les observations faites sur les divers échantillons permettent d'envisager l'existence d'une dizaine de plages pour ce faisceau en « double U ».

3° Sommet du pétiole principal.

En s'appuyant sur les analogies de contours, les faisceaux figurés en B^5 et B^4, planche 51, peuvent être rapprochés. Ils s'inscrivent dans une série de stades successifs (pl. 51, fig. A^5 à A^1 puis B^3 à B^5 dans l'ordre). L'évolution est dominée par le creusement très accentué de la région centrale du faisceau le partageant symétriquement, par rapport à son plan médian, en deux parties en forme d'« U » (pl. 152, fig. 3).

C'est justement cette disposition en un « double U », cette fois parfaitement nette, qui autorise à dire que la coupe transversale schématisée planche 51, figure B^3, se situe à un niveau plus élevé et ultérieur à ceux fixés par les figures A^1 et B^6, planche 51. Cette allure en double « U » est d'autant plus prononcée que la section est prise dans une zone haute du pétiole principal. En effet, nous établirons plus loin que, dans les rachis primaires, *après la bifurcation du pétiole principal*, le bois a la configuration d'un « U ».

Les dessins présentés en B^5 et B^3 sur la planche 51, amenés à un grossissement permettant une comparaison valable, deviennent superposables avec une coïncidence presque parfaite. Nul doute que le faisceau du pétiole figuré planche 154, figure 2 (pl. 51, fig. B^3) se dédoublera par la suite pour offrir l'image de celui de la figure B^2 sur la planche 51.

Cette dissociation en deux « U » du faisceau principal, condition que laissait présager le double « U » antérieur, est réalisée sur de nombreux échantillons (pl. 152, fig. 3 ; pl. 51, fig. B^4, B^3, B^2).

Les deux faisceaux en « U » ainsi formés vont s'écarter l'un de l'autre, au fur et à mesure que les sections horizontales seront proches du point de bifurcation du pétiole principal. Une simple confrontation des faisceaux dessinés en B^4 et B^3 sur la planche 51 met le fait en évidence.

Lorsque l'écartement a atteint son maximum, soit au lieu de bifurcation du pétiole principal (pl. 153, fig. 3), une bande de dictyoxylon cortex divise le parenchyme en son milieu (pl. 51, fig. B^1).

Source : MNHN, Paris

Elle correspond à la ligne le long de laquelle s'effectuera le partage du pétiole principal en deux rachis primaires équivalents. Une double indentation de l'épiderme inférieur de ces mêmes pétioles annonce également la bifurcation très prochaine du pétiole principal.

II. — Composition du bois primaire dans les pétioles primaires

D'après l'allure générale et les dimensions de leur faisceau (5 mm), un grand nombre de spécimens peuvent être assimilés à des rachis primaires de *L. kubarti*.

Superposons le faisceau de quelques uns d'entre eux à l'un des deux faisceaux ligneux d'un pétiole principal sur le point de bifurquer (pl. 51, fig. B^3 ou B^4). Divers dessins, établis au même grossissement, montrent qu'il y a coïncidence, donc même forme et même grandeur entre les faisceaux suivants figurés :

— Planche 50, figure P et faisceau de gauche sur la planche 50, figure K ;
— Planche 50, figure O et faisceau de gauche sur la planche 50, figure L ;
— Planche 50, figure B et faisceau de droite sur la planche 50, figure J ;
— Planche 50, figure G et faisceau de droite sur la planche 50, figure J.

D'autres pétioles (pl. 50, fig. F et H), pourvus de faisceaux en « U », s'assimilent aussi aux rachis primaires de cette espèce (pl. 151, fig. 2 et 3 ; pl. 50, fig. I) ; seule la différence de taille (D = 2 mm) explique la non superposition de leurs faisceaux aux faisceaux principaux précédents. Cependant, leurs dimensions ne sont pas suffisamment faibles pour y reconnaître une appartenance à des rachis d'ordre secondaire ou tertiaire. Il n'y a qu'à comparer sur la planche 50, figures A^1 et A^3, la grandeur du faisceau destiné à un pétiole de deuxième ordre par rapport à celle du faisceau d'un rachis primaire. D'ailleurs, la considération des pétioles principaux n° 51 et GI dont les faisceaux sont figurés planche 50, figures P et N, prouve bien que la bifurcation affecte des pétioles relativement petits (3 mm × 2 mm), d'où un diamètre inférieur à 2 mm pour les rachis primaires qu'ils vont former.

Selon l'importance du faisceau d'un rachis primaire, le nombre de plages parenchymateuses varie de cinq à dix.

Une remarque doit être formulée à propos des pétioles photographiés planche 154, figures 3 et 6. Tous deux possèdent un faisceau en forme d'« U ». L'un diffère du schéma donné habituellement à ce stade par une épaisseur moitié moindre (pl. 102, fig. 6) et c'est plutôt de *Lyginorachis tatiana* qu'il faut le rapprocher (voir Calder [*19*]). L'autre se distingue de tous les autres par la présence de bois secondaire accroché en deux ailes sur son bord supérieur. Cette formation supplémentaire peu fréquente se rencontre toutefois dans d'autres espèces et n'offre aucun caractère spécifique.

III. — Pétioles latéraux secondaires

Indistinctement dans le rachis principal ou dans le rachis primaire, les extrémités inférieures des faisceaux s'étranglent (pl. 51, fig. A^3) et des masses ovales de métaxylème s'en détachent (pl. 51, fig. B^6). Elles creusent leur bord inférieur (pl. 50, fig. D^5) pour prendre l'aspect d'un « U » en entrant dans le pétiole latéral (pl. 50, fig. D^5 ; pl. 51, fig. B^6).

Notons que les émissions de pétioles latéraux étaient assez rapprochées puisque, entre les coupes extrêmes D^1 à D^5 de la planche 50, distantes de moins de cinq centimètres, deux sorties successives ont eu lieu.

Source : MNHN, Paris

B. — AFFINITÉS ET DIFFÉRENCES DE *LYGINOPTERIS KUBARTI* AVEC LES AUTRES ESPÈCES

1° Avec *Lyginopteris oldhamia*.

L'espèce dont elle se rapproche le plus est *L. oldhamia*. Toutes deux ont une évolution vasculaire pour ainsi dire parallèle :

a. De la base au sommet du pétiole principal, on assiste à l'union de deux faisceaux en un seul, lequel se divise ensuite *en son milieu* en deux, vascularisant alors les deux rachis primaires.

b. L'innervation des pétioles d'ordre supérieur s'accomplit à partir des extrémités du faisceau émetteur principal ou primaire.

Les distinctions spécifiques sont d'ordre purement morphologique. Au départ, les deux faisceaux principaux basaux ont un contour différent d'une espèce à l'autre (comparer les fig. C et D de la planche 52). Dans la région moyenne du pétiole principal, la figure résultant de leur union est un « W » chez *L. oldhamia* et un double « U » chez *L. kubarti*. Le bois des rachis primaires prendra respectivement alors, dans chaque espèce, la forme d'un « V » *(L. oldhamia)* et d'un « U » *(L. kubarti)*.

2° Avec *Lyginorachis tailiana*.

La forme en « U » est plus accusée chez *Lyginorachis tailiana* (pl. 154, fig. 4) que chez *Lyginopteris kubarti* où l'on note un resserrement prononcé des extrémités basales et une épaisseur plus grande de la partie sommitale du faisceau. Le contour du faisceau de *L. kubarti* est intermédiaire entre celle de *Lyginopteris oldhamia* et *Lyginorachis tailiana* (voir pl. 51, fig. F, G et H.).

C. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Nous avons pu constater que dans le bassin de Haute-Silésie, *Lyginopteris kubarti* était assez abondant. Le bassin du Lancashire semble, par contre, assez défavorisé.

L'échelle de répartition stratigraphique va du Namurien (veine Kokflöz) au Westphalien (Coal Measures).

D. — DIAGNOSE

— Pétiole principal pourvu :

1° A sa base de deux faisceaux distincts.

2° Dans sa région moyenne d'un faisceau en double « U » résultant de l'union des deux précédents.

3° Au sommet de deux *faisceaux en « U »* issus de la dissociation du double « U ».

— Bifurcation du pétiole principal en deux rachis primaires.
Rachis primaires innervés par un faisceau en « U ».

— Vascularisation des pétioles d'ordre supérieur par étranglement des extrémités du faisceau principal, primaire ou secondaire, de masses ovales de métaxylème, puis en forme d'« U », à l'entrée des rachis secondaires.

— Tige inconnue.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE IX.

ÉTUDE DE *LYGINOPTERIS* SP.

Nous avons groupé dans ce chapitre quelques échantillons de tiges ou de pétioles, à structure typiquement lyginoptéridienne, qui s'éloignent des espèces étudiées jusqu'alors, par quelques caractères afférents au système ligneux primaire.

I. — *Lyginopteris* sp. 1

1° Tiges.

Les dimensions des spécimens rencontrés sont comprises entre 20 et 30 mm pour le diamètre moyen, et 4 mm pour l'épaisseur du bois secondaire.

La composition anatomique rappelle très étroitement celle des tiges principales de *Lyginopteris oldhamia*.

Elles s'en distinguent par la morphologie de la trace foliaire corticale la plus âgée (+ 5), dont l'un des deux constituants primitifs s'est scindé en deux, élevant ainsi le nombre de faisceaux à trois au lieu de deux (pl. 155 et 156).

2° Pélioles.

Les pétioles que nous avons inclus dans cette espèce possèdent justement un faisceau ligneux, construit sur le même modèle que la trace foliaire corticale (+ 5) des tiges précédentes. Ils sont d'abord divisés en trois (pl. 157, fig. 1, 2 et 4) ; le faisceau central est arrondi, muni, sur son bord supérieur, d'une ou deux plages parenchymateuses (pl. 157, fig. 4) et les deux latéraux, allongés, au bord interne concave, avec quatre plages parenchymateuses. A un niveau supérieur (pl. 157, fig. 3), les faisceaux latéraux doivent se partager en deux par leur milieu et donner alors cinq faisceaux d'égale grandeur (pl. 51, fig. D).

II. — *Lyginopteris* sp. 2

Deux coupes transversales de tiges sont rangées à part (pl. 158, fig. 1, 2). Il s'agit vraisemblablement, par leurs dimensions (10 et 17 mm) et leur moelle à peine sclérifiée, de ramifications ou des parties sommitales d'une tige principale.

Le caractère distinctif se trouve encore dans l'aspect un peu particulier de la trace foliaire (+ 5), laquelle rappelle celle des ramifications de type II de *L. oldahamia* (pl. 51, fig. E). Nous ne les avons point assimilées à cette dernière, du fait que les traces foliaires, plus jeunes, sont ici dédoublées.

Source : MNHN, Paris

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

En dressant l'historique du genre *Lyginopteris*, nous avons vu qu'à l'espèce la plus connue *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, s'en adjoignaient d'autres : *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart, *Lynopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes* Kubart, *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart. Elles désignent plus particulièrement des tiges.

En plus de celles-ci, certains auteurs ont envisagé la création d'espèces nouvelles pour des sections transversales ne renfermant que trois cordons ligneux et dont les faisceaux périmédullaires constituaient une couronne continue autour de la moelle.

L'étude anatomique des nombreuses lames minces se rapportant au genre *Lyginopteris* a abouti à une meilleure connaissance de sa constitution et des espèces qu'il comporte.

Un des traits les plus marquants est que toutes les tiges sans exception possèdent cinq cordons ou groupes ligneux. Le chiffre de trois, mentionné par quelques paléobotanistes, résulte de deux phénomènes distincts, capables de se superposer. Le premier intéresse les faisceaux périmédullaires seulement. Il consiste en accolements et dissociations successifs entre les faisceaux caulinaire et sortant de deux groupes ligneux voisins. Le réseau ainsi construit autour de la moelle donne l'impression fausse d'une diminution du nombre des cordons ligneux. Le second concerne uniquement les faisceaux corticaux qui, dans plusieurs spécimens, ne s'élèvent pas à cinq. Là encore, il ne s'agit pas d'une disparition de certains cordons ligneux, mais simplement d'un raccourcissement progressif des internœuds, au fur et à mesure que les coupes horizontales pratiquées dans les tiges principales ou les ramifications se rapprochent du sommet de l'organe.

Ces cinq cordons ligneux se rendent dans les pétioles qui se disposent invariablement autour de la tige selon le cycle phyllotaxique de 2/5.

L'ordre d'émission des racines adventives est également de 2/5.

Dans la littérature, on a surtout mis l'accent sur l'existence de trois faisceaux corticaux au lieu de cinq. Par contre, la présence inhabituelle d'un petit faisceau supplémentaire parmi les faisceaux périmédullaires est généralement passée inaperçue. Il a été rangé dans les anomalies du genre ou inclus dans les faisceaux sortants normaux. En réalité, il correspond à une branche anastomosique reliant le faisceau médullaire sortant d'un groupe ligneux à celui du caulinaire du groupe voisin. Un deuxième mode de construction de réseau médullaire s'observe donc chez *Lyginopteris oldhamia* et affecte plus particulièrement les régions basales des tiges principales jeunes ou adultes.

Les espèces *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart, *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart et *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes* Kubart s'assimilent respectivement au « premier » et « deuxième » types de ramification observés sur les tiges de *Lyginopteris oldhamia*. Notons que, dans le cas des ramifications de « type II », c'est encore selon le cycle de 2/5 qu'elles sont émises.

Uniquement en ce qui concerne les pétioles, mis à part le genre *Lyginorachis*, ce sont ceux de l'espèce *Lyginopteris oldhamia* avec la fronde bifurquée classique du type *Sphenopteris hoeninghausi* qui sont toujours décrits dans la littérature. La réalité est plus complexe : sur les rameaux de « type I » de *Lyginopteris oldhamia*, le rachis en liaison directe avec la tige ne montre nullement la division typique en deux rachis primaires opposés, à l'encontre de l'espèce nouvelle *Lyginopteris kubarti* dont la configuration des faisceaux pétiolaires diffère de celle rencontrée chez *L. oldhamia*. Il en va de même pour *Lyginopteris corsini* nov. sp. qui possède une fronde non bifurquée et où l'évolution du bois dans les pétioles est très particulière.

Il ressort de cette étude que ces végétaux, prospérant à l'abri des grands arbres (Sigillaires, Lepidendrons...) de la forêt carbonifère, inscrits parmi les Ptéridospermées dans le genre *Lyginopteris*, aux dimensions modestes (les plus grandes tiges atteignaient 45 mm et leur hauteur ne devait pas dépasser un mètre), offrent du point de vue anatomique une grande plasticité.

Source : MNHN, Paris

Cette plasticité se manifeste aussi bien sur des formes spécifiquement distinctes qu'à l'intérieur d'une même espèce et, dans ce dernier cas, elle s'observe sur des individus jeunes ou adultes, des organes différents de la plante, et enfin sur un seul et même organe.

Comment se détecte-elle et quels sont les facteurs mis en jeu ? Elle apparaît quelquefois grâce à une répartition différente de plusieurs tissus. Par exemple, on peut noter la disparition concomitante, de la base vers le sommet, d'une tige principale de *L. oldhamia*, des nids scléreux de la moelle et des anastomoses interfasciculaires du bois primaire périmédullaire. Le tissu morphologiquement le plus malléable est indéniablement le tissu conducteur primaire (de première formation).

Nous venons de dire que l'existence des anastomoses périmédullaires n'est pas un caractère constant chez *L. oldhamia ;* il faut ajouter que lorsqu'elles existent, elles se construisent différemment selon que le réseau ligneux constitué se trouve dans une tige principale ou dans un rameau. Pareillement, le contour des traces foliaires corticales d'une tige principale s'éloigne énormément de celui des traces qui vascularisent un rameau. Le mode même de formation des rameaux s'effectue de deux manières distinctes chez *L. oldhamia.* Le tissu parenchymateux, avec une fréquence moindre, offre des variantes d'un individu à l'autre ; certains pétioles possèdent un tissu palissadique, alors que d'autres en sont totalement dépourvus. Dans ce dernier cas, les causes de ces modifications ne sont pas intrinsèques, liées à la constitution de l'espèce, mais sont directement sous l'influence de facteurs externes locaux (éclairement, sécheresse...). Sont à grouper également dans ce cadre, en dehors de l'âge de la plante considérée, les inégalités observées dans l'épaisseur de l'anneau ligneux secondaire et dans le diamètre moyen des trachéides qui le composent.

La mise en évidence de ces changements anatomiques au sein d'une seule espèce et la confrontation des caractéristiques de cette espèce avec celles instituées en l'absence de ces connaissances ont conduit, comme nous venons de le voir, à la suppression de certaines d'entre elles, telles : *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart, *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioïdes* Kubart, *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart.

Par contre, lorsque l'anatomie des échantillons étudiés ne permettait pas de les rattacher à une espèce connue quelconque, la création de nouvelles espèces s'est à nouveau imposée. C'est le cas de *Lyginopteris kubarti*, nov. sp, dont les contours et l'évolution du système ligneux des pétioles n'entrent pas dans la ligne d'évolution de ceux de *Lyginopteris oldhamia.*

L'historique du genre *Lyginopteris* lui-même montre qu'il a peu à peu englobé les genres d'organes *Rachiopteris, Lagenostoma*... au fur et à mesure que les liens entre les organes appartenant à cette plante étaient mis à jour.

Dans le domaine de l'écologie, il est reconnu que l'anatomie d'un végétal est révélatrice des conditions climatologiques du milieu où il vit. Ainsi, le tissu lacuneux est développé surtout chez les individus prospérant dans un milieu où le degré hygrométrique est élevé. Par contre, la sclérification d'un tissu indique plutôt un régime climatologique sec ou un éclairement particulièrement intense.

L'anatomie des tiges et des pétioles de *Lyginopteris* montre à la fois, par la présence d'un tissu lacuneux de l'écorce moyenne, les caractères d'une plante d'un milieu humide et ceux d'un milieu sec, par le développement relativement important des cellules scléreuses (nids scléreux médullaires et corticaux, bandes scléreuses du dictyoxylon cortex). L'association de ces deux caractères est probablement liée au fait qu'effectivement, l'atmosphère ambiante et le sol étaient humides (proximité des lagunes), mais qu'également la chaleur y était intense. C'est finalement à l'hypothèse d'un climat tropical humide au Carbonifère moyen que nous parvenons, avec toutefois des modifications assez importantes dans le degré d'humidité (probablement périodes plus ou moins longues de pluies), comme le laissent supposer les faux cernes fréquemment rencontrés sur l'anneau ligneux secondaire.

L'intérêt stratigraphique et géographique de ces plantes est assez limité. Elles s'étendent dans l'échelle stratigraphique, depuis le Namurien jusqu'au Westphalien B, avec un maximum d'expansion au Westphalien A. Géographiquement, elles ont peuplé les emplacements des bassins houillers européens (Angleterre, Écosse, Ruhr, Haute-Silésie, Bohême) et, avec moins de fréquence, ceux d'Amérique et d'Asie.

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

[1] Andrews H. N. (1951). American coal balls Floras. *Bot. rev.*, vol. 17, n° 6, p. 431-469.

[2] — (1940). On the stelar anatomy of the Pteridosperms with particular reference to the secondary wood. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, t. XXVII, p. 51-118, pl. VIII.

[3] Antevs E. (1925). The climatologic significance of annuals rings in fossils woods. *Amer. J. Sc.*, t. 9, 5° sér., p. 296-302.

[4] Arber E. A. N. (1901). Notes on the Binney collection of Coal Measures Plants. The type specimens of *Lyginodendron oldhamium* (Binney) *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, vol. XI, part. III, IV, p. 281-285, 2 fig.

[5] — (1908). The seed bearing habit in the Lyginodendree *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, vol. XIII, part. III, p. 158

[6] Arnold C. A. et Steidtmann W. E. (1937). Pteridospermous plants from the Pennsylvanian of Illinois and Missouri. *Am. J. Bot.*, t. 24, p. 644-650.

[7] Arnold C. A. (1947). An introduction to Paleobotany. *Mc. Graw Hill, New York and London*, 433 p.

[8] Bach D. (1955). Cours de botanique Générale et Reproduction des plantes vasculaires. *Soc. Ed. Ens. sup.* Paris, t. I, p. 1-267.

[9] Bancroft N. ((1914). Pteridosperm anatomy and its relations to that of the Cycads; *The New Phyt.*, vol. XIII, p. 41.

[10] Bilhuber E. (1933). Beiträge zur Kenntnis der Organstellungen im Pflanzenreich; *Bot. Arch. Leipzig*, t. 35, p. 188-250, 57 fig.

[11] Binney E. W. (1866). On fossil wood in calcareous noduies found in the upper foot coal near Oldham. *Proc. Manchester Lit. Phil. Soc.*, vol. V, p. 113-118.

[12] Bertrand C. E. (1941). Anatomie comparée des Ptéridospermées et des Filicales primitives. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 213, n° 3, p. 143-145, 1 fig.

[13] Boureau E. (1941). Évolution vasculaire comparée des Ptéridospermées et des Ptéridophytes. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 213, n° 8, p. 294-296.

[14] — (1955, 1956, 1957). Anatomie végétale. *Presses universitaires, Paris*, t. 1-2-3, p. 1-733.

[15] Bower F. O. (1930). Size and form in Plants with special reference to the primary conductings tracts. *London Mc. Millan and Co*, t. XIII, 232 p.

[16] Brenchley W. E. (1913). On Branching specimens of *Lyginodendron oldhamium* Will. *Journ. Linn. Soc. Bot. London*, vol. XLI, p. 349-356, 5 fig.

[17] Brongniart Ad. (1822). Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles. *Mém. Mus. Hist. Nat. Paris*, t. 8, pl. 1 à 6.

[18] — (1828). Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles. *Paris et Strasbourg*, p. 50-51.

[19] Calder M. G. (1934-1935). Further observations on the genus *Lyginorachis* Kidston. *Trans. R. Soc. Edinburgh*, vol. LVIII, part. II, n° 22, p. 549-559, pl. I, II.

[20] — (1937-1938). On some undescribed species from the Lower Carboniferous Flora of Berwickshire; together with a note on the genus *Stenomyelon* Kidston. *Trans. R. Soc. Edinburgh*, vol. LIX, part. II (n° 10), p. 309-331, pl. I-II.

[21] Candolle M. C. (de) (1881). Considérations sur l'étude de la phyliotaxie. *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, t. 5, 8° sér., p. 359-398, pl. VI.

[22] — (1895]. Nouvelles considérations sur l'étude de la phyliotaxie. *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, t. 33, 5° sér., p. 121-147, pl. II.

[23] Camefort H. et Paniel J. (1962). Morphologie et anatomie des végétaux vasculaires. *G. Doin, Paris*, p. 1-359, pl. 1-44.

[24] Carruthers W. (1872). Notes on some fossil Plants of Coal Measures and Devon. *Geol. Mag. London*, vol. IX, p. 50-58, pl. II.

[25] Chauveaud G. (1921). La constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie. *Payot, Paris.*

[26] Chodat R. (1893). Contribution à l'étude des anomalies du bois. *Atti. d. Congresso bot. intern. di Genova*, p. 144-156.

[27] Coleman A. P. (1925). Late Palaeozoic climates. *Amer. J. Sc.*, t. 9, p. 195.

Source : MNHN, Paris

[28] Combes R. (1946). La forme des végétaux et le milieu. *Armand Collin, Paris*, n° 240, p. 1-213.
[29] Corda A. J. (1867). Flora Protogea (Beitrage zur Flora der Vorwelt). *2e éd. Berlin.*
[30] Corsin P. (1952). Une fougère nouvelle, l'*Ankyropteris bertrondi* P. C. du Namurien de Haute-Silésie. *The Paleobotanist*, vol. I, p. 126-144, pl. 1-8.
[30] Crookall R. (1930). *Crossotheca* and *Lyginopteris oldhamia*. *Ann. Bot.*, vol. 44, p. 621-637, pl. 33-34.
[32] — (1931). The genus *Lyginorachis* Kidston. *Proc. R. Soc. Edinburgh*, vol. L1, p. 27-34.
[33] — (1932). Coal Measures Terminology. *The Naturalist London*, p. 111-114; p. 137-140; p. 175-176.
[34] Danzé J. (1956). Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. *Serv. Géol. des H. B. N. P. C., Lille*, p. 135-157.
[35] Darrah W. C. (1941). Studies of american coal balls. *Amer. J. Sc.*, t. 239, p. 33-53.
[36] Deysson G. (1954). Éléments d'anatomie des plantes vasculaires. *S. D. E. S. Paris*, p. 1-255.
[37] Dix E. (1933). The succession of fossil plants in the Millstone Grit and the lower portion of the Coal Measures of the South wales Coal fields (near Swansea) and a comparison with that of the others areas. *Palaeontographica*, vol. LXXXVIII, part. B, p. 158-202, pl. XX-XXI.
[38] Emberger L. (1944). Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants. *Masson et Cie Paris*, p. 269-418.
[39] — (1960). Les végétaux vasculaires. *Paris, Masson*, 2 fasc., 1540 p.
[40] Endlichen S. (1810). Synopsis Coniferarum fossilium. *Sangalli.*
[41] Félix (1886). Untersuch uber den inneren Bau Westfällsher Carbon Pflanzen. *Abb. d. k. Geol. Land. Berlin*, vol. V11, p. 61.
[42] Glock W. S. et Aoerter (1963). Anomalies observées dans les anneaux de croissance des arbres. *Endeavour*, vol. XXII, n° 85, p. 9-13.
[43] Gothan W. et Weyland H. (1954). Lehrbuch der Paläobotanik. *Berlin*, 535 p.
[44] — (1954). Pflanzengeographisches aus dem mittceleuropäischen Karbon. *Geol. Disch.*, vol. 3, n° 3, p. 219-257, pl. I-V.
[45] — (1913). Die oberschesische Steinkoblenflora. *Abh. K. Preuss. geol. Landes (N. F.) Berlin*, Teil. I, Heft 75, p. 49.
[46] Gourlie W. (1844). Notice of the fossil Plants in Glasgow Museum. *Proc. Phil. Soc. Glasgow*, vol. I, p. 105.
[47] Hantuno W. (1935). Flora und alterstellung des Karbon in Westbalban (bulgarien). *Palaeontographica Stuttgart*, p. 52-99, pl. X-XV.
[48] Hirmer M. (1922). Zur lösung des Problems der Blattstellungen. *Jena.*
[49] — (1928). Über Vorkommen und verbreitung der Dolomitknollen und deren Flora. C. R. *Congrès de Stratigraphie carbonifère d'Heerlen*, p. 302.
[50] — (1931). Zur Kenntnis der Schraubenstellungen im Pflanzenreich, *Planta*, vol. XIV.
[51] — (1933). Zur Kenntnis der Strukturbleten den Pflanzenreste des Jüngeren Palaeozoikums. *Palaeontographica*, vol. LXXVIII, Abt, B, p. 57-113, pl. V111-X1V.
[52] Jongmans W. J. (1952). The female fructification of *Sphenopteris hoeninghausi* and the supposed relation of this species with *Crossotheca*. *The Paleobotanist*, vol. I, p. 267-276.
[53] — (1929-1930). On the fructification of *Sphenopteris hoeninghausi* and its relation with *Lyginodendron oldhamium* and *Crossotheca schatzlarensis*. *Proc. Fifth. Intern. Bot. Congr. Jaarveslag. Cambridge*, p. 77-81.
[54] Kidston R. (1905). On the occurrence of *Microsporangia* in organic connection with the foliage of *Lyginodendron*. *Proc. R. Soc. Edinburgh*, vol. 76, p. 358.
[55] — (1923-1925). Fossil Plants of the Carboniferous rocks of Great Britain. *Mém. Geol. Surv. of Great Britain Palaeontology, London*, vol. II, part. I-VI, p. 9.
[56] Koopmans R. G. (1928). Researches on the flora of the coal balls from the « Finefrau-Nebenbank » horizon in the province of Limburg. *The Netherlands*. Geol. Bur. wor. het Nederl. Myngebied, p. 1-53.
[57] Kubart B. (1908). Pflanzenverstelnerungen enthaltende knollen aus dem Ostrau-Karwiner Kohlenbecken. *Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. math. nat. Kl.* Bd. 117, Abt. 1, p. 573-578, pl. I.
[58] — (1910). Untersuchungen über die Flora des Ostrau-Karwiner Kohlenbeckens. I. Die Spore von *Spencerites membranaceus* n. sp. (enthalt u. a. die Neubennung der 1908 abgebildeten *Lyg. austriacum* und *Euheterangium schusteri*. *Denkschr. Kl. d. k. Akad. Wiss. math. nat. Wien*, Bd. 85, p. 83-89, pl. I.
[59] — (1911). Corda's Sphaerosiderite aus dem Steinkohlenbecken Radnitz-Braz in Böhmen nebst Bemerkungen über *Chorionopteris gleichenioides* Corda. *Silz. d. k. Akad. Wiss. math. nal. Wien*, Bd. 120, Abt. 1, p. 1-13, pl. I-II.

Source : MNHN, Paris

[60] — (1914). Über die Cycadofilicineen *Heteranglum* und *Lygtnodendron* aus dem Ostrauer Kohlenbecken *Osterr. Bot. Zeitschrift*, p. 6-19, pl. I-II.

[61] — (1931). Untersuchungen über die Flora des Ostrau-Karwiner Kohlenbecken. 2. Ein *Lygtnodendron* stämmchen mit zwei Zu wachszonen. *Denk. math. nat. Kl.*, Bd. 102, Abt. II, p. 369-372, pl. 1.

[62] Kukuk P. (1936). Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen steinkohlengebietes. *Julius Springer Berlin*, p. 706-743.

[63] Lemoiones Y. (1961). Études analytiques et comparées des structures internes des Sigillaires. Notion d'aquixylème dans la série des végétaux fossiles et actuels. *Masson, Paris*, p. 470-634, pl. 1-20.

[64] Lestiboudois Th. (1648). Phyllotaxie anatomique. *Ann. Sc. Nal. Paris*, t. 10, 3e sér., p. 19-105.

[65] Lomax J. (1902). On some features in relation to *Lygtnodendron oldhamium*. *Ann. Bot., Oxford*, vol. XVI, p. 601-602.

[66] Mentzel O. (1904). Beiträge zur Kenntnis der Dolomitvorkommen in Kohlenflözen. *Gluck auf Essen*, p. 1164-1171.

[67] Nemejc F. (1936). A revision of the Carboniferous and Permian floras of the coal districts of central Bohemia. Sphenoptéridées. *The Czech. Acad. Sc. Prague*, vol. 21, part. II, p. 1-24, pl. I-III.

[68] — (1950). Contribution to the knowledge of the fossil Plants and the Stratgraphy of the slovakian carboniferous. *Bull. intern. Ac. Tchèque Sc. math. nat. méd. Prague*, vol. XLVIII, p. 107-143, pl. I-IV.

[69] Noe A. C. (1931). Evidences of climate in the morphology of Pennsylvanian Plants. *Illinois State Geol. Surv. Chicago*, t. IIL Bull. 60, p. 263-269.

[70] Obré A. (1931). Flores fossiles, Fougères carbonifères et Ptéridospermées. *Ens. Sc. Paris*, n° 42 p. 44-54, n° 44 p. 109-116.

[71] Oliver F. V. et Scott D. H. (1904). On the structure of Palaeozoic seed *Lagenostoma lomazi*, with a statement of the evidence upon which it is referred to *Lygtnodendron*. *Phil. Trans. R. Soc. London*, vol. 197, p. 193-247, pl. IV-X.

[72] Pattrisky K. (1929). Die Torfdolomite vom funften Jaklowetzer Flöz der Ostrauer Schichten. *Zeitschrift des Oberschlesischen Berg und Hüttenmannischen Vereins, Z. z. Katowice*, Heft 2, p. 2-4, Heft 10, p. 1-2.

[73] — (1957). Die Phylogenetische Entwicklung der Arten von *Lyginopteris* und ihre Bedeutung fur die Stratigraphie. *Millellung. d. Westfal. Berg. Bochum*, Heft 12, p. 59-83, pl. I-IV.

[74] Plantefol L. (1947). Hélices foliaires, point végétatif et stèles chez les Dicotylédones. *Rev. gén. Bot. Paris*, t. 54, p. 49-78.

[75] — (1948). La théorie des hélices foliaires multiples. *Masson, Paris*, 154 p.

[76] — (1949). La phyllotaxie. *Extr. Comptes rendus du colloque intern. du C. N. R. S.* sur la morphogenèse, *Strasbourg*.

[77] Potonié H. (1899). Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie mit besondere Rücksicht auf die Bedürfnisse des geologen. *Dümmber Berlin*, p. 170-175 et p. 230-233.

[76] — (1906). Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen Reste. *Königl. Preuss. Geol. Land. u. Bergakad.*, t. 69, n° 4, p. 1-49.

[79] — (1921). Lehrbuch der Paläobotanik. *Berlin 2e édit.*, 537 p.

[80] Rosenthal M. (1904). Über die Aus bildung der Jahresringe an der Grenze des Baumwuchses in den Alpen. *Wissensehaf. Beilage z. Jahresbericht d. Ersten Realschule in Berlin* Progr. n° 130, p. 1-24, pl. I.

[81] Sanio K. (1872). Uher die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefler *(Pinus silvestris)*. *Jahrb. Wiss. Bot.*, t. 8, p. 401-420.

[82] Scott D. H. (1902). On the primary structure of certain palaeozoic stems with the *Dadoxylon* type of wood. *Trans. R. Soc. Edinburgh*, vol. XL, p. 331-365.

[63] — (1923). Studies in Fossil Botany. *A el C. Black, L. T. D. London*, 3e édit., part. II, p. 1-431.

[84] Seward A. C. (1897). A contribution to our knowledge of *Lygtnodendron* Ann. *Bot.*, vol. XI, p. 65-66.

[85] — (1917). Fossil Plants. *Biological Sér. Cambridge. University Press*, vol. III, p. 1-420.

[86] Stopa S. Z. (1957). Subdivision stratigraphique du Houiller dans le bassin houiller de la Haute-Silésie. *Inst. Geol. Bull.*, n° 115, p. 195-262.

[67] Stur D. (1677). Die Culmflora der Ostrauer und Waldenburger Schichten. *Abh. Geol. Reichsanst. Wien*, Bd. VIII, Heft II, p. 292-301.

[88] — (1665). Uber die in Flözen reiner Steinkohle enhaltenen Steinrunmassen und Torfsphärosiderite. *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanstall Wien*, Bd. 35, p. 613-646.

[89] Thomas H. (1954). Evolutionary trends in the Pteridosperms. *8e Congr. intern. Bot.*, Sect. 2, 4, 5, 6, p. 152-154.

[90] Van tieghem Ph. (1864). Traité de Botanique. *Librairie Savy Paris*, p. 1-634.

[91] Walton J. (1935). Scottish Lower Carboniferous Plants. *Trans. R. Soc.* Edinburgh, vol. 58, p. 313-337.

[92] — (1963). The Pteridosperms. *Trans. R. Soc. Bot. Edinburgh*, t. 39, p. 449-459.

Source : MNHN, Paris

]93] White D. (1899). Fossil Flora of the Lower Coal Measures of Missouri. *Geol. Surv. Mon.*, vol. XXXVII.
[94] Williamson W. C. (1869). On the structure and affinites of some exogenous stems from the Coal Measures. *Month. Micros. J.*, vol. II, p. 66-72.
]95] — (1872). Notice of further researches among the plants of the Coal Measures. *Proc. R. Soc. London*, vol. 26, p. 435.
[96] — (1873). On the organisation of the Fossil Plants of the Coal Measures; *Dictyoxylon*, *Lyginodendron* and *Heterangium*. *Phil. trans. R. Soc. London*, vol. 163, part. IV, p. 377-408.
]97] — (1874). On the organisation of the Fossil Plants of the Coal Measures. *Phil. trans. R. Soc. London*, vol. 164, part. V, p. 684.
[98] — (1876). On the organisation... vol. 166, part. VII, p. 23.
]99] — (1877). On the organisation... vol. 177, part. VIII, p. 234.
]100] — et Scott D. H. (1895). Further observations on the organisation of the Fossil Plants of the Coal Measures. *Phil. Trans. R. Soc. London*, vol. 186 B, part. III, p. 703.
[101] Zalessky M. D. (1910). On the discovery of the calcareous concretions known as coal bails in one of the seams of the carboniferous strata of the Donetz basin. *Bull. Acad. Imp. Sc. St Petersbourg*, p. 477-480.
[102] Zimmermann W. (1959). Phylogen der Pflanzen. *Gustav Fischer verlag Stuttgart*, 777 p.
[103] Zeiller R. (1900). Éléments de Paléobotanique. *Carré et Naud, Paris*, 421 p.

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

58440. - IMPRIMERIE, A. LAHURE 9, rue de Fleurus, PARIS-VI[e]

Source : MNHN, Paris

PLANCHES

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 1

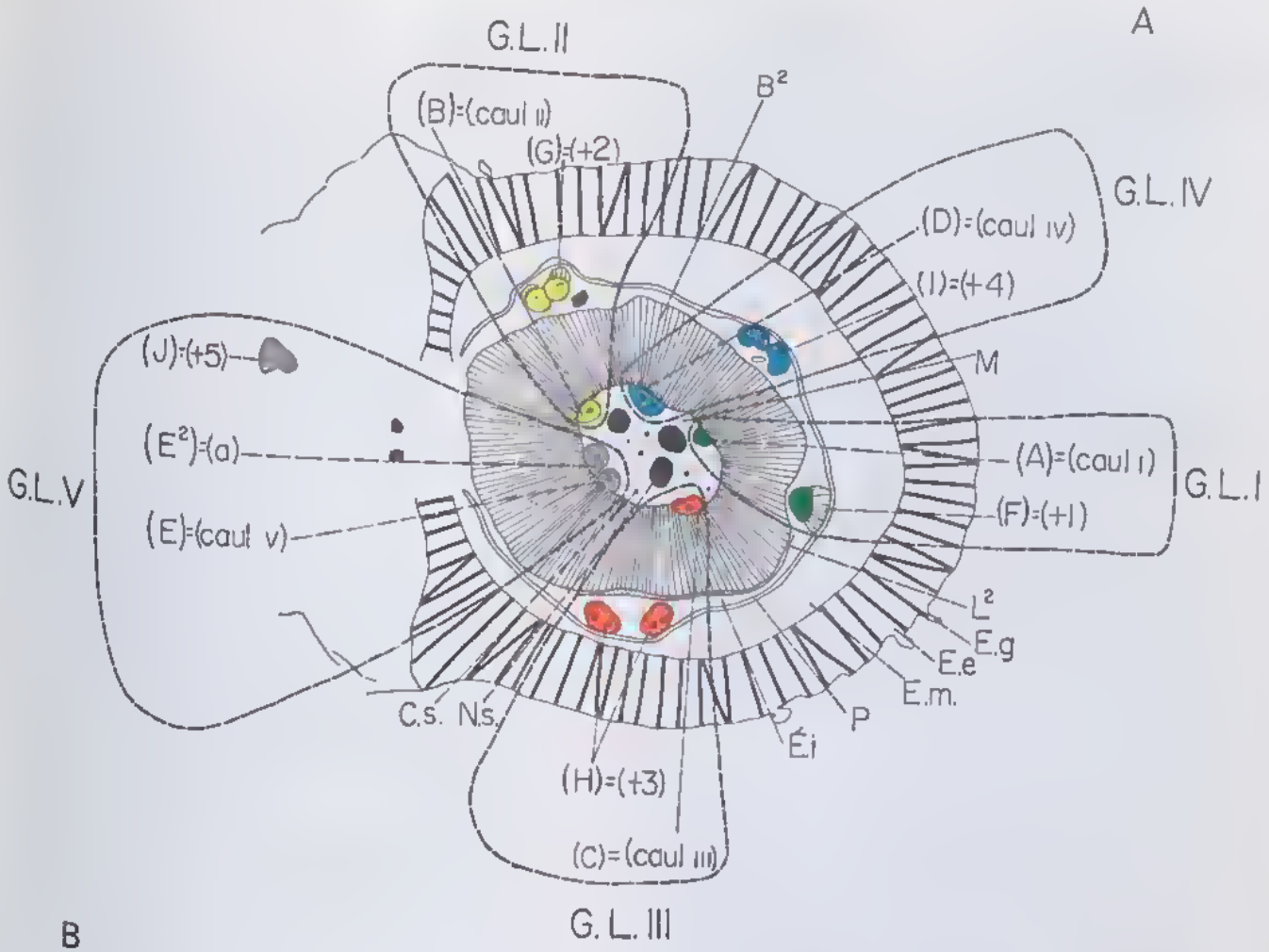
Coupes transversales et longitudinale pratiquées dans une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

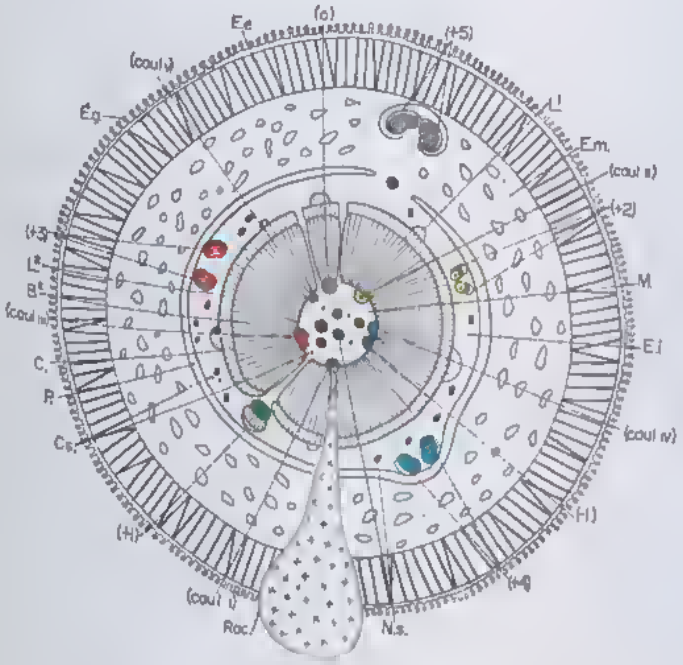
Fig. A. – Coupe transversale de la région presque sommitale.
Lame mince n° 283.
Origine : *Bacup (Lancashire)*. (Voir pl. 53, fig. 1.)
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Bruxelles*.
Gr. : = 7.

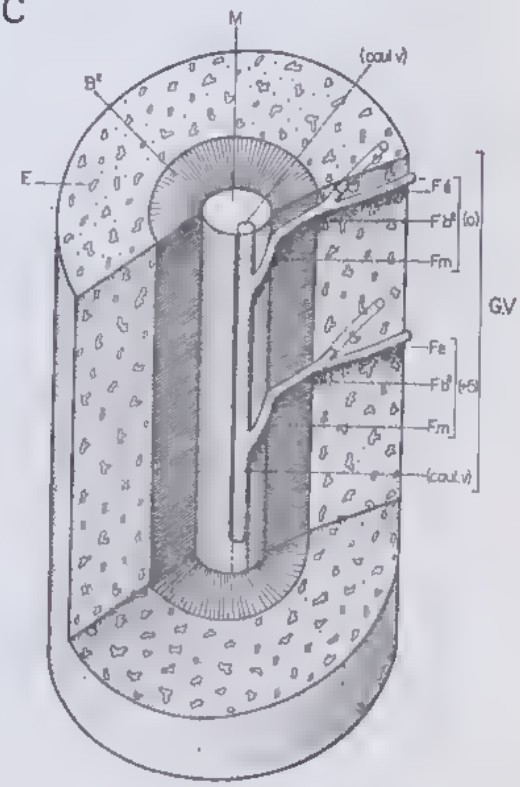
Fig. B. – Coupe transversale théorique de la région presque sommitale.

Fig. C. – Coupe longitudinale théorique mettant en évidence la course d'un cordon ligneux.

Source : MNHN, Paris







BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 2

Structure des tissus de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A. – Coupe longitudinale tangentielle du dictyoxylon cortex.
Lame mince n° A.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Reims.*
Gr. : = environ 45.

Fig. B. – Coupe longitudinale des fibres ligneuses du dictyoxylon cortex.
Lame mince n° (sans numéro).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 170.

Fig. C. – Coupe transversale des fibres scléreuses du dictyoxylon cortex.
Lame mince n° 75.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 170.

Fig. D. – Coupe transversale de l'écorce moyenne lacunense.
Lame mince n° 75 (voir pl. 55, fig. 3).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : 170.

Fig. E. – Coupe transversale des cellules scléreuses et sécrétrices.
Lame mince n° 78.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : 170.

Fig. F. – Coupe transversale d'une cellule à massif sécréteur.
Lame mince n° 79 (voir pl. 56, fig. 2).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : 280.

Fig. G. – Coupe transversale de l'écorce secondaire (périderme) et d'une portion de l'écorce primaire interne.
Lame mince n° 3 B.
Origine : *Todmorden (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 25.

Fig. H. – Coupe transversale de l'écorce interne (près du périderme).
Lame mince n° 78.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 170.

Fig. I. – Coupe transversale de l'écorce interne (près du bois secondaire).
Lame mince n° 78.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 170.

Fig. J. – Coupe transversale des trachéides secondaires au niveau d'un faux cerne.
Lame mince n° 17.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. K. – Coupe longitudinale tangentielle du bois secondaire de l'anneau ligneux.
Lame mince n° R^1.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Reims.*
Gr. : = 45.

Fig. L. – Coupe longitudinale radiale du bois secondaire de l'anneau ligneux.
Lame mince n° 79.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 170.

Fig. M. – Angles α et β formés par les axes de symétrie des faisceaux caulinaires et corticaux en coupes transversale et longitudinale.

Fig. N. – Coupe transversale des files radiales de trachéides.
File normale (file de gauche).
Files anormales (file centrale et file de droite).
Lames minces n° 4 Lx III et 6 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 25.

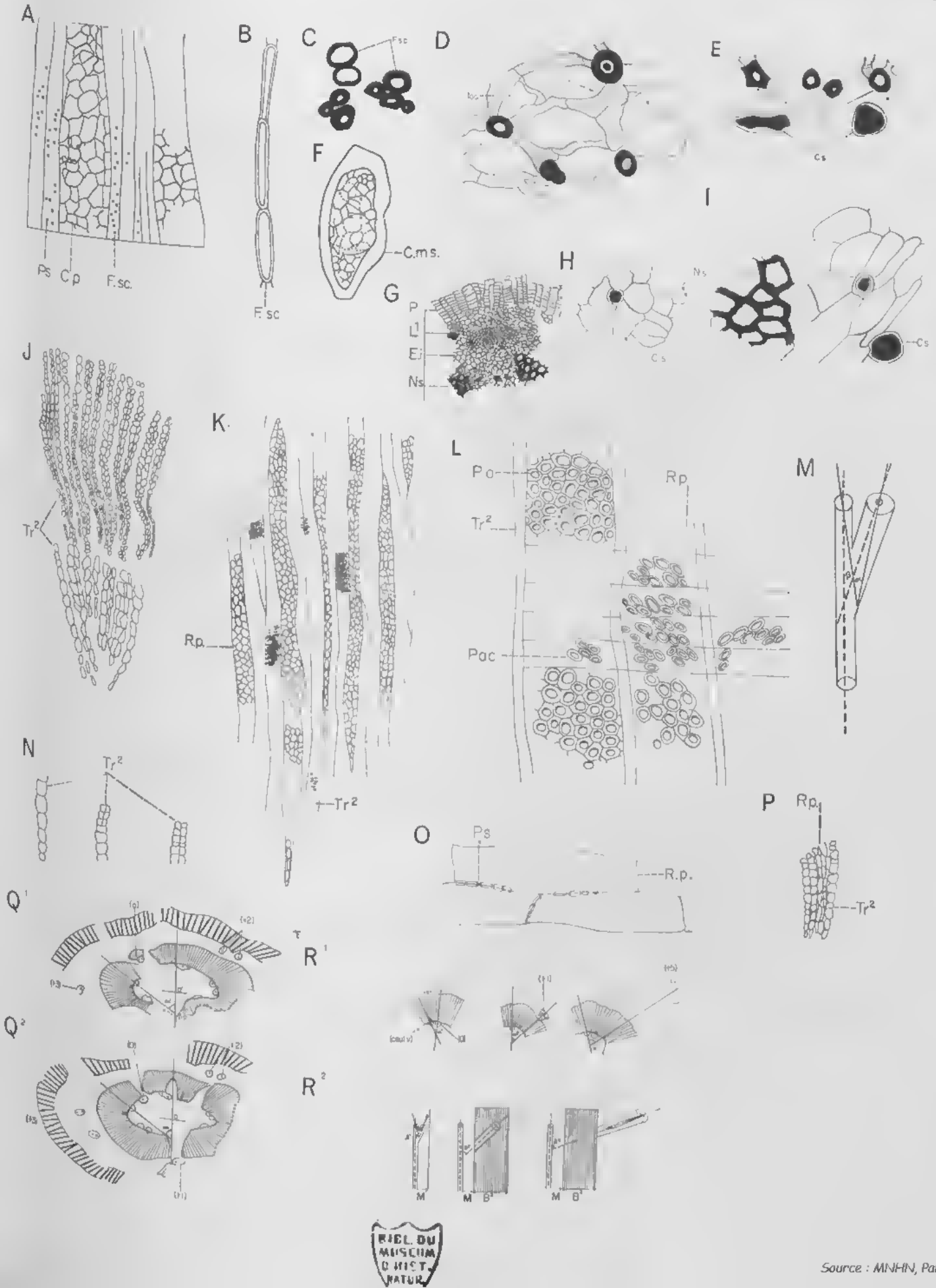
Fig. O. – Coupe longitudinale, radiale, des rayons parenchymateux.
Lame mince n° 79.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 170.

Fig. P. – Coupe transversale des trachéides secondaires et des rayons parenchymateux.
Lame mince n° 6 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 25.

Fig. Q. – Mise en évidence de la verticalité de caulinaire.
Q^1 : Coupe transversale supérieure d'un fragment de Tige.
Q^2 : Coupe transversale inférieure d'un fragment de tige.
Deels sections effectuées dans le coal-ball n° 2 501.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 1,5.

Fig. R. Mesure des angles α et β dans les diverses régions de la tige sur une coupe transversale (R^3) et longitudinale (R^2) :
dans la moelle (figures de gauche),
dans le bois II (figures centrales),
dans le cortex (figure de droite).
Lame mince n° 283.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 5.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 3

Étude du bois primaire dans la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A. – Coupes transversales des faisceaux ligneux de la tige suivant leur évolution dans un cordon ligneux quelconque depuis sa naissance dans la moelle (Caul r) jusqu'à son entrée dans le rachis principal (+ 5).

Lame mince n° 283 (voir pl. 53, fig. 1).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 15.

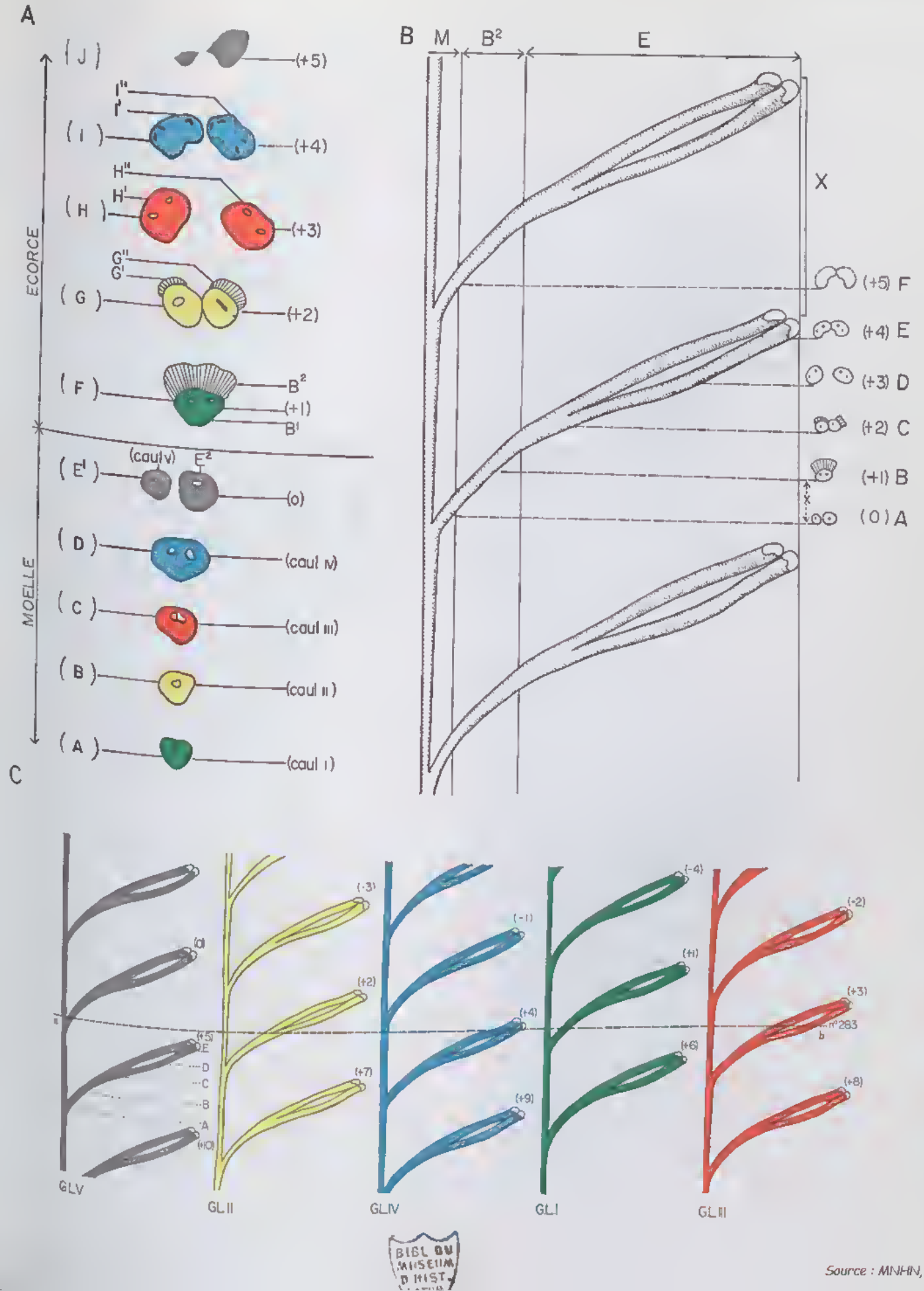
Fig. B. – Course longitudinale d'un cordon ligneux. Les lignes verticales en traits continus délimitent l'épaisseur relative des régions médullaires (M) de l'anneau ligneux secondaire (B^s) et de l'écorce (E). Les lignes horizontales en traits discontinus indiquent les niveaux où chaque cordon ligneux a été sectionné sur la coupe transversale n° 283.
x et X correspondent respectivement à la longueur d'un et de cinq internœuds.

Lame mince n° 283 (voir pl. 53, fig. 1).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 5.

Fig. C. – Course longitudinale des 5 cordons ligneux. La ligne horizontale discontinue *a b* indique le niveau (compte tenu de la configuration respective des faisceaux de chaque groupe ligneux) selon lequel la section transversale n° 283 (pl. 53, fig. 1), recoupe les 5 cordons ligneux.

Lame mince n° 283.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 2,5.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D'HIST

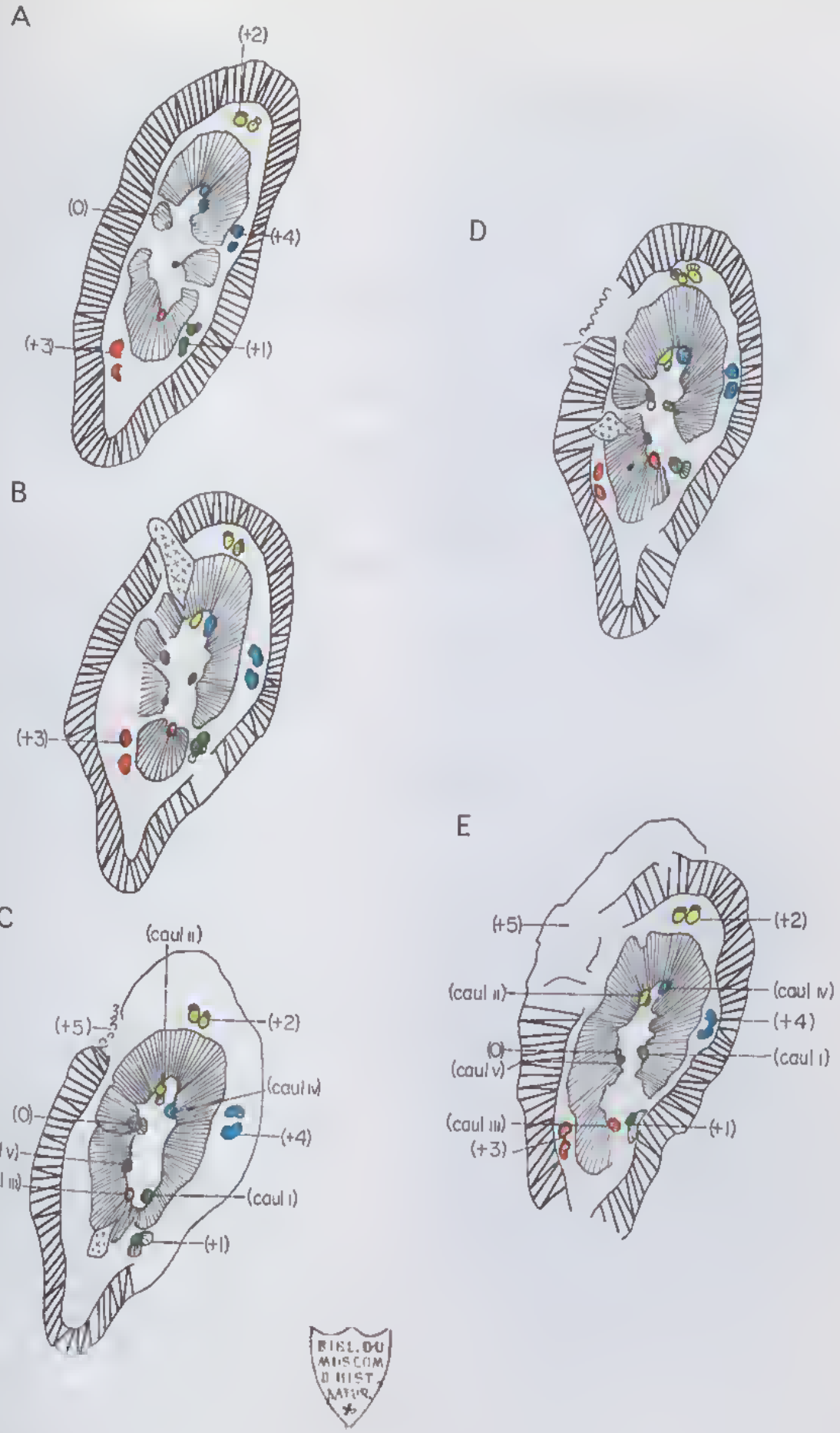
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 4

Coupes transversales sériées d'un fragment de tige principale
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A - B - C - D - E. – Lames minces n^{os} M 50 x, M 50 s, M 50 q, M 50 p, M 50 l.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NAT.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 5

Coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, sériées ou non, constituant la SÉRIE A.

Fig. A et B. – Lames minces n°s M 50 x et M 50 s.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University college).*
Gr. : = 3.

Fig. C. – Lame mince n° 404 (voir pl. 62, fig. 5).
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

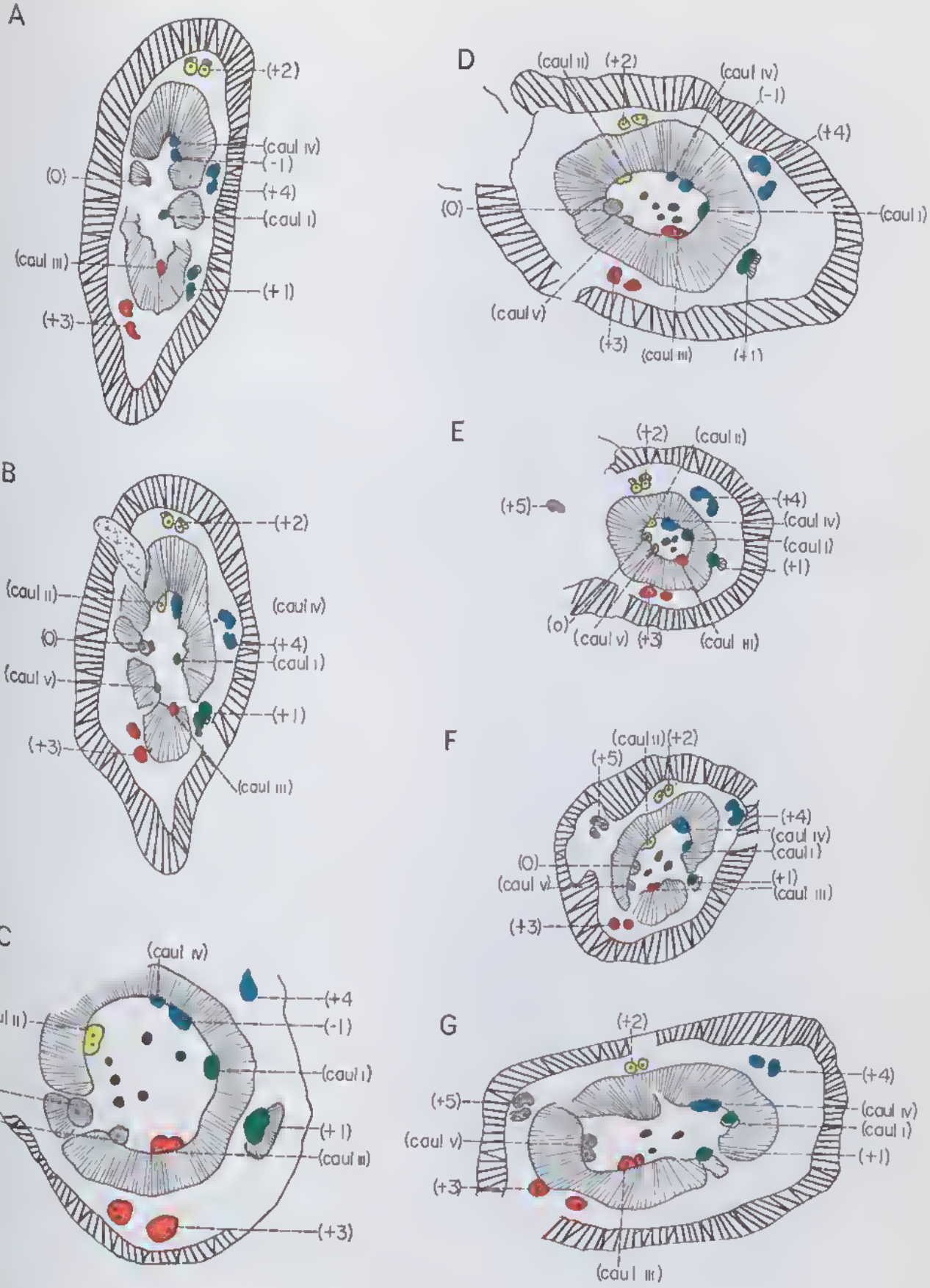
Fig. D. – Lame mince n° K^1 = 19.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Institut géologique de Krefeld.*
Gr. : = 3.

Fig. E. – Lame mince n° 283 (voir pl. 53, fig. 1).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 3.

Fig. F. – Lame mince n° 28 Lx 11 (voir pl. 62, fig. 1).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. G. – Lame mince n° M 40.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 6

Composition des cinq cordons ligneux dans trois coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, et courses longitudinales d'un cordon ligneux à travers la moelle, le bois secondaire et l'écorce.

Fig. A. – Coupe transversale d'une tige pourvue de 4 faisceaux corticaux.
Lame mince n° P b 506 (voir pl. 64, fig. 1).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Geological Survey).*
Gr. : = 3.

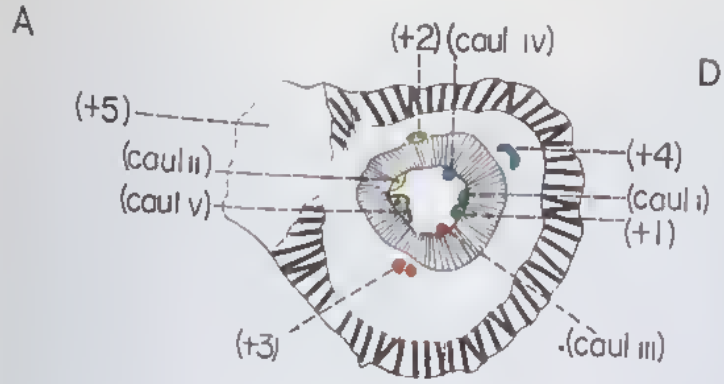
Fig. B. – Coupe transversale d'une tige pourvue de 5 faisceaux.
Lame mince n° 283 (voir pl. 53, fig. 1).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 3.

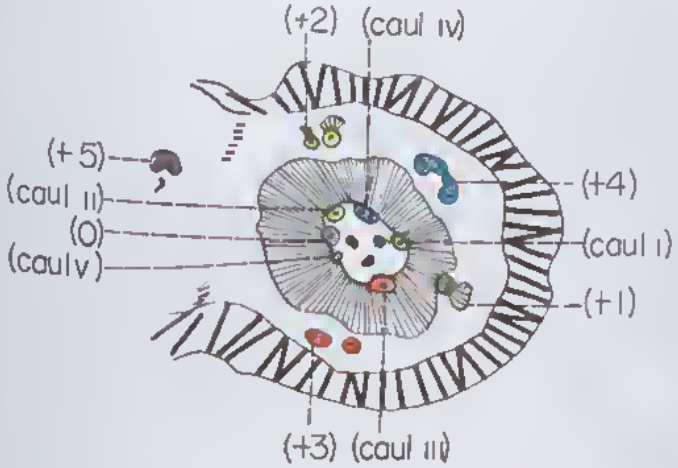
Fig. C. – Coupe transversale d'une tige pourvue de 6 faisceaux corticaux.
Lame mince n° 5 (voir pl. 69, fig. 1).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 3.

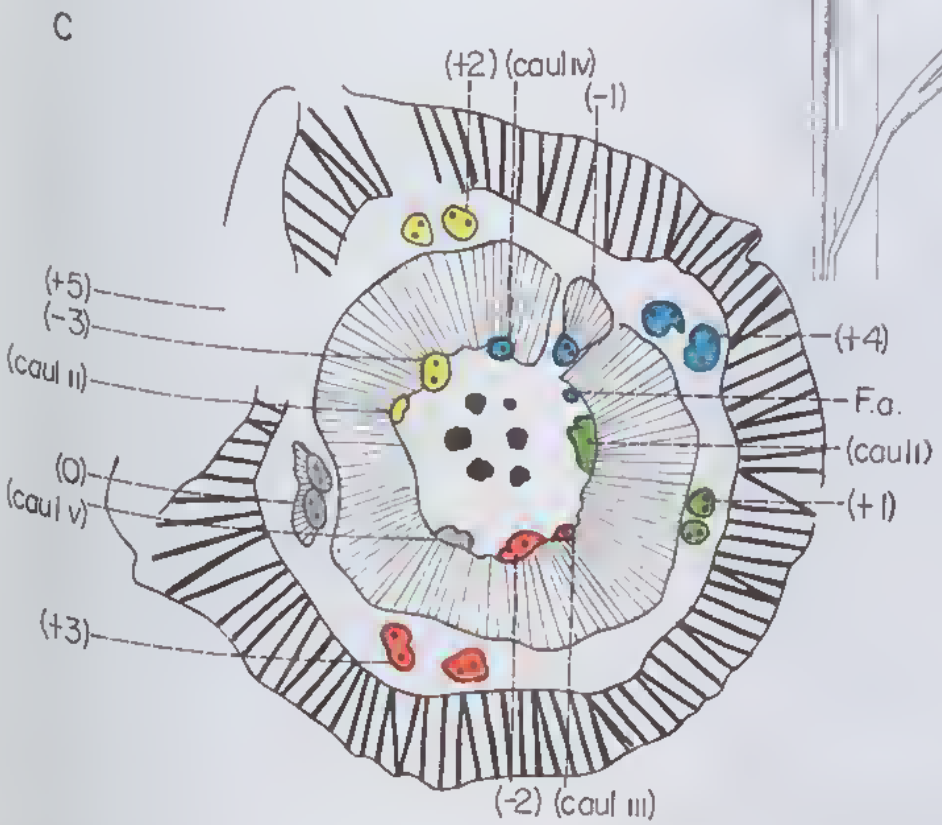
Fig. D. – Course longitudinale d'un cordon ligneux d'après la coupe transversale figurée pl. 6, fig. C.
Gr. : = 1,5.

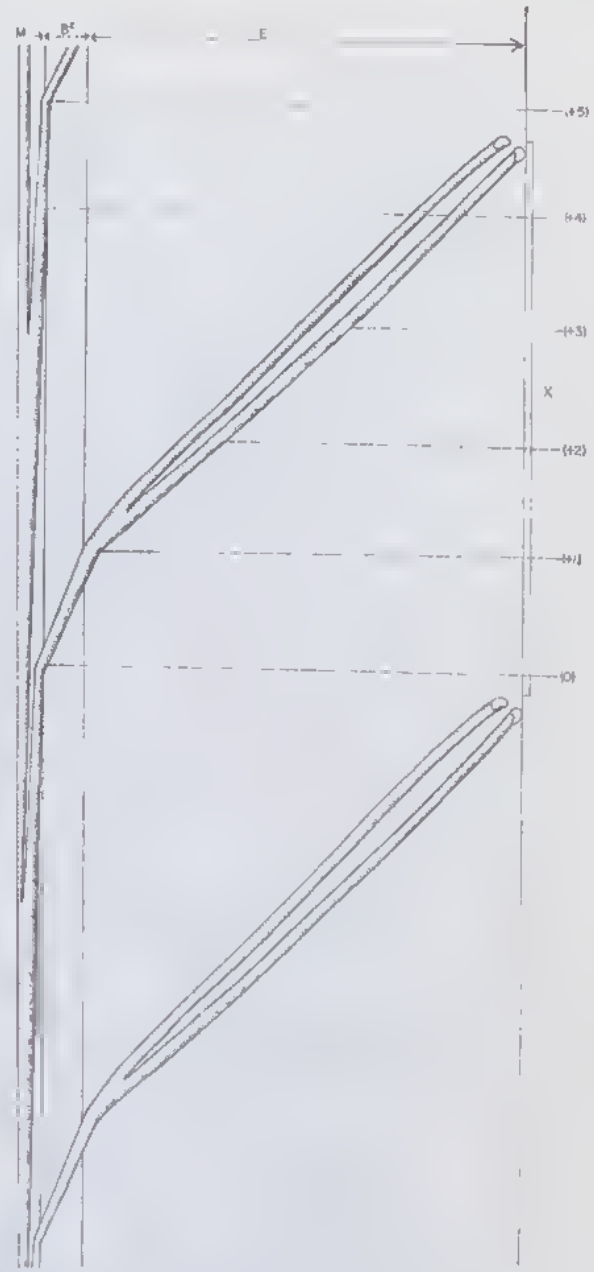
Fig. E. – Course longitudinale d'un cordon ligneux d'après la coupe transversale figurée pl. 6, fig. A.
Gr. : = 1,5.

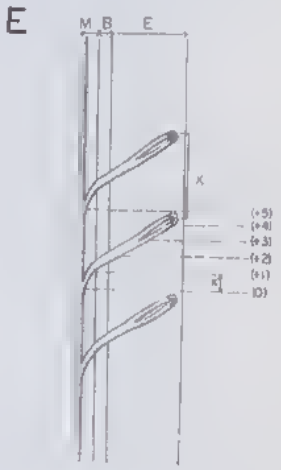
Source : MNHN, Paris











BIBL DU MUSEUM D'HIST

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 7

Course longitudinale des cordons ligneux dans la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Sur les figures A et B les lignes horizontales indiquent la position respective et le numéro de quelques coupes transversales.

Fig. A. – Course des 5 groupes ligneux, d'après la coupe transversale figurée pl. 6, fig. A.

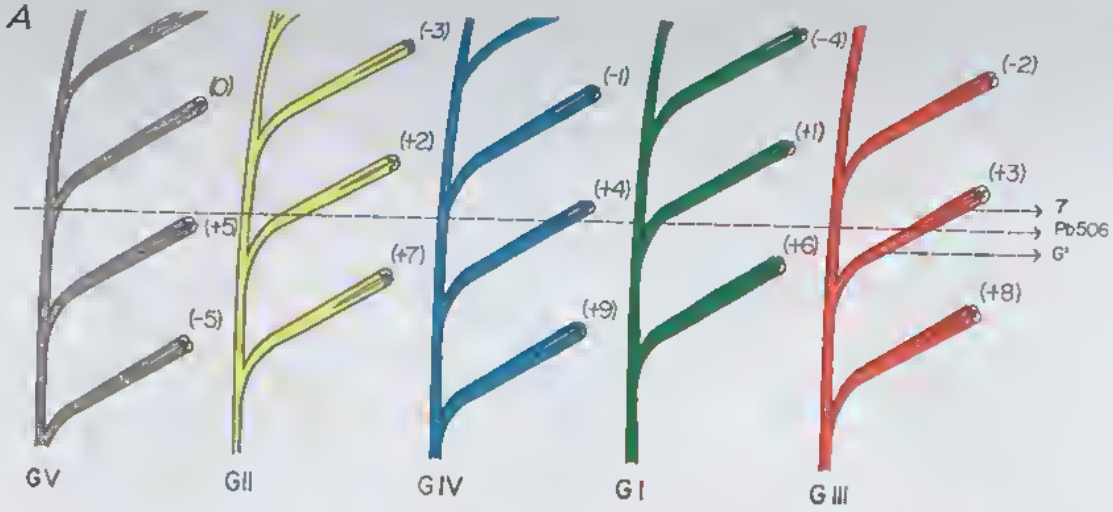
Les numéros de lames minces : 71 ou 186 à G^1 correspondent aux coupes transversales figurées successivement, pl. 63, fig. 1, pl. 8, fig. C, pl. 8, fig. G.
Gr. : = 3.

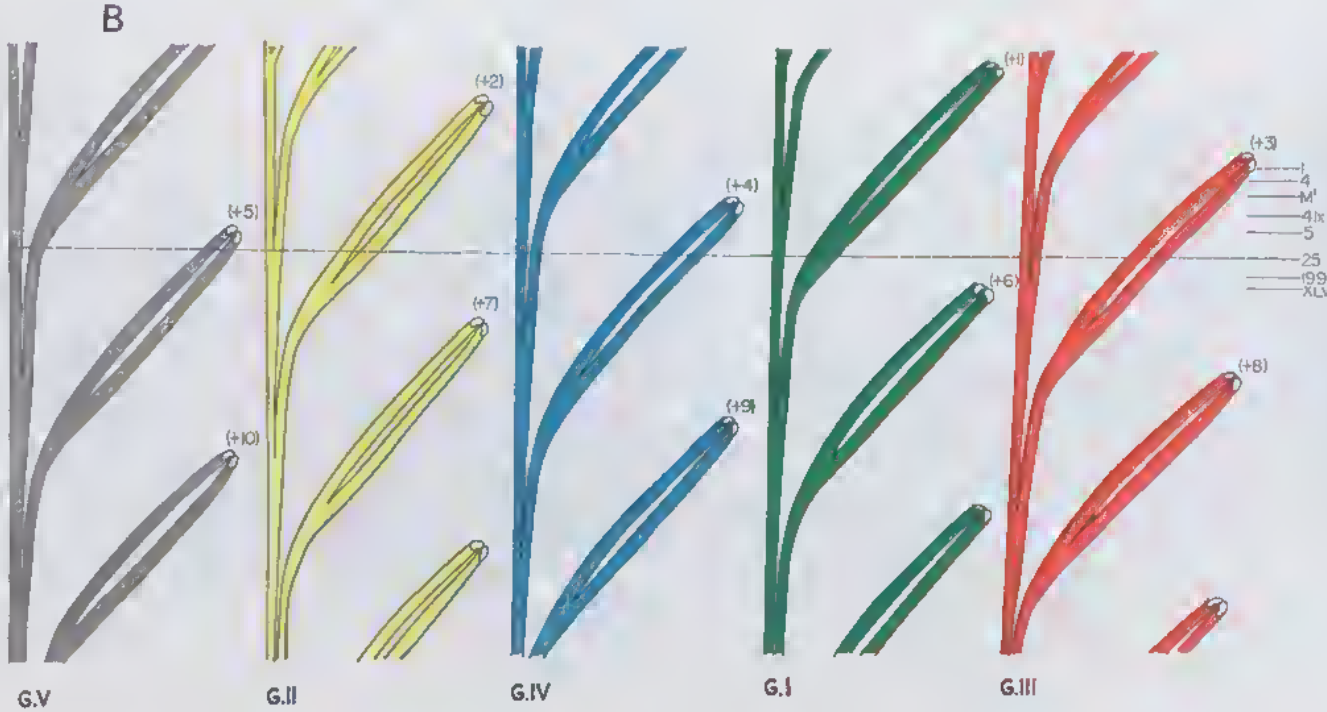
Fig. B. – Course des 5 groupes ligneux d'après la coupe transversale figurée pl. 66, fig. 2.

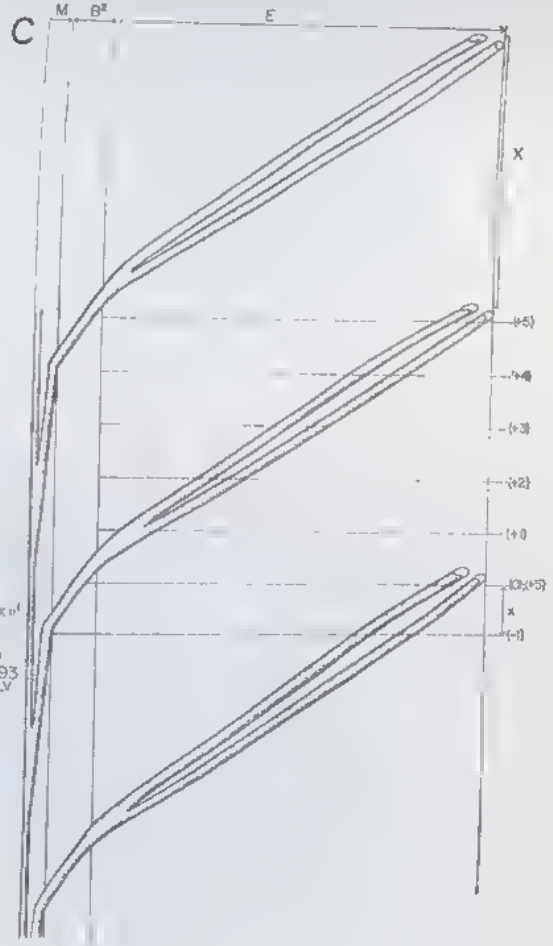
Les numéros de lames minces de 1 à 5 correspondent aux coupes transversales figurées successivement pl. 9, fig. A, pl. 10, fig. E.
Gr. : = 0,35.

Fig. C. – Course d'un cordon ligneux d'après la coupe transversale figurée pl. 9, fig. E.
Gr. : = 1,5.

Source : MNHN, Paris







MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

PLANCHE 7

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 8

Coupes transversales sériées ou non de tiges principales
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié constituant la SÉRIE B.

Fig. A. – Lame mince n° 186 A (voir pl. 63, fig. 3).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 4.

Fig. B. – Lame mince : n° 1728.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University college).*
Gr. : = 4.

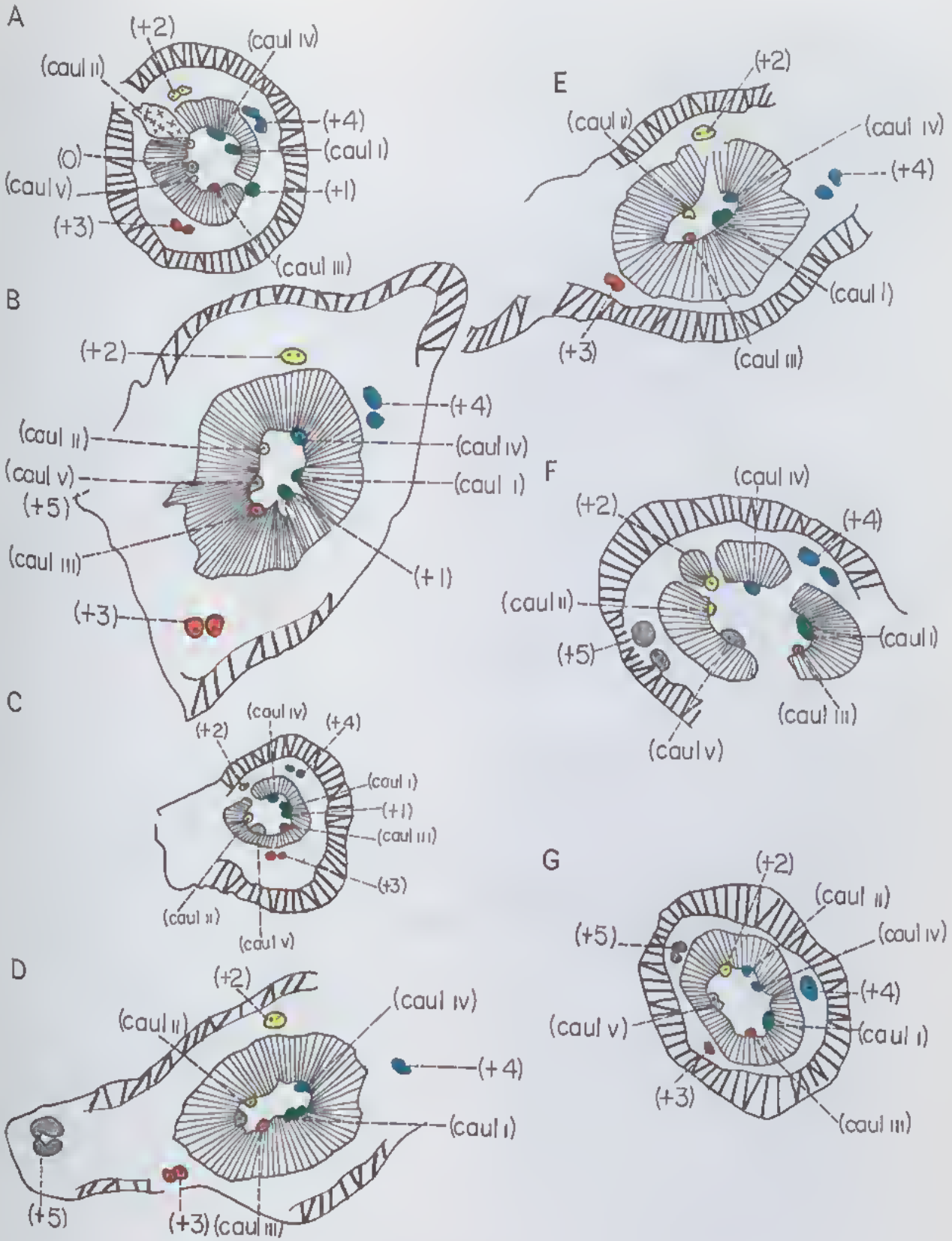
Fig. C. – Lame mince n° Pb 506 (voir pl. 64, fig. 1).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Geological Survey).*
Gr. : = 4.

Fig. D et E. – Lames minces n°s 1731 et 1730.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Mesures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. F. – Lame mince n° N.L 16 (voir pl. 63, fig. 2).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 4.

Fig. G. Peel section n° G^1 (voir pl. 63, fig. 4).
Origine : *Grande-Bretagne.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



PIÈCE DU MUSEUM D'HIST. NATLE.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 9

Coupes transversales sériées ou non de tiges principales
de *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ, constituant la SÉRIE C.

FIG. A. – Lame mince n° 1 (voir pl. 68, fig. 1).
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Dolomit knollen.*
Collection : *Institut géologique de Krefeld.*
Gr. : = 3.

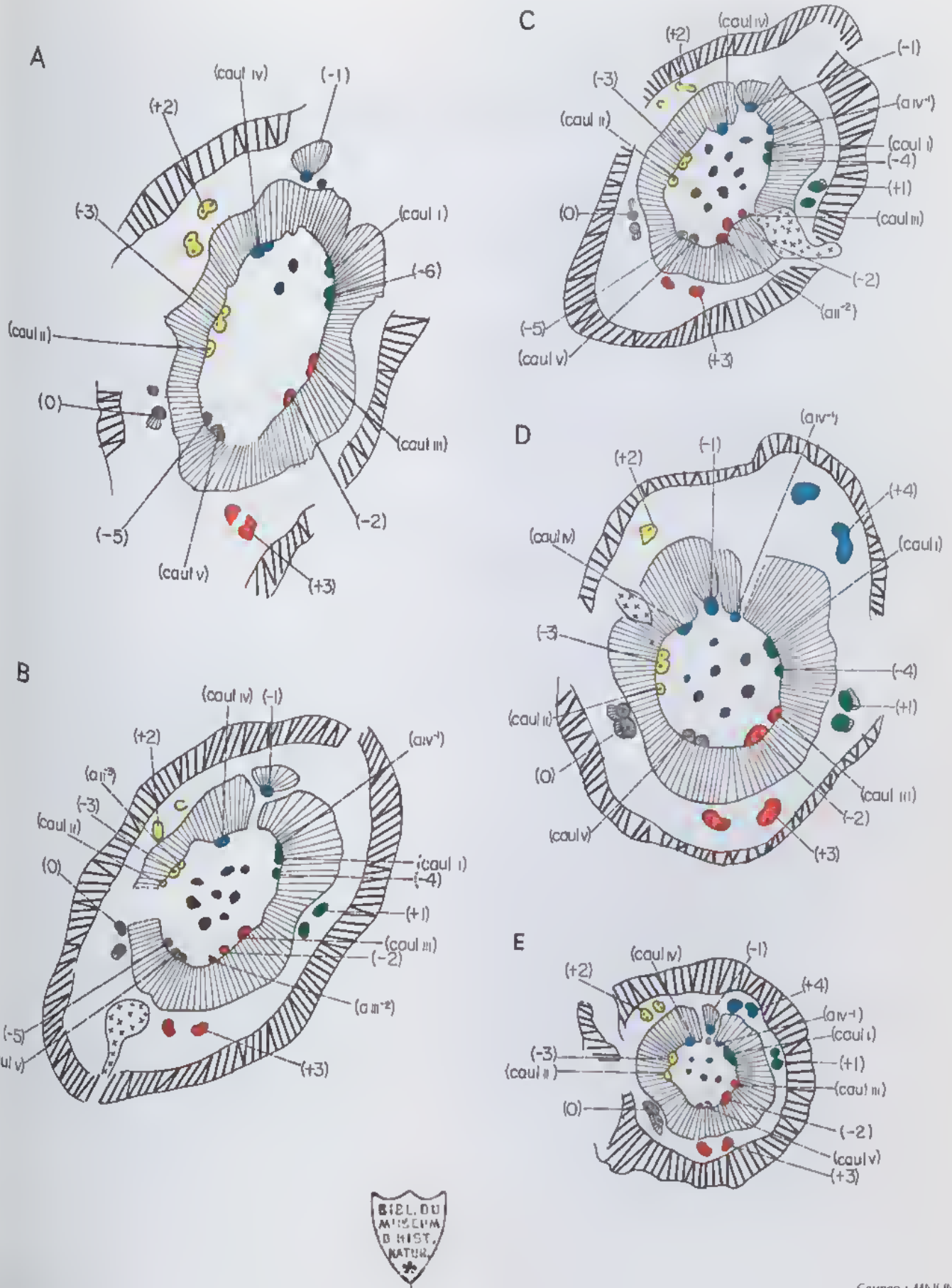
FIG. B. – Lame mince n° 4 (voir pl. 67, fig. 1).
Origine : *Dulesgate.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Berlin.*
Gr. : = 3.

FIG. C. – Lame mince n° XT (voir pl. 67, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

FIG. D. – Lame mince n° 123.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

FIG. E. – Lame mince n° 5 (voir pl. 69, fig. 1).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 10

Coupes transversales sériées ou non
de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia*
(Binney) Potonié constituant la SÉRIE C *(suite)*.

Fig. A. – Lame mince n° 66.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 3.

Fig. B. – Lame mince n° 3.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 3.

Fig. C. – Lame mince n° E = 53 (voir pl. 65, fig. 1).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 3.

Fig. D. – Lame mince n° 25 (voir pl. 69, fig. 4).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 3.

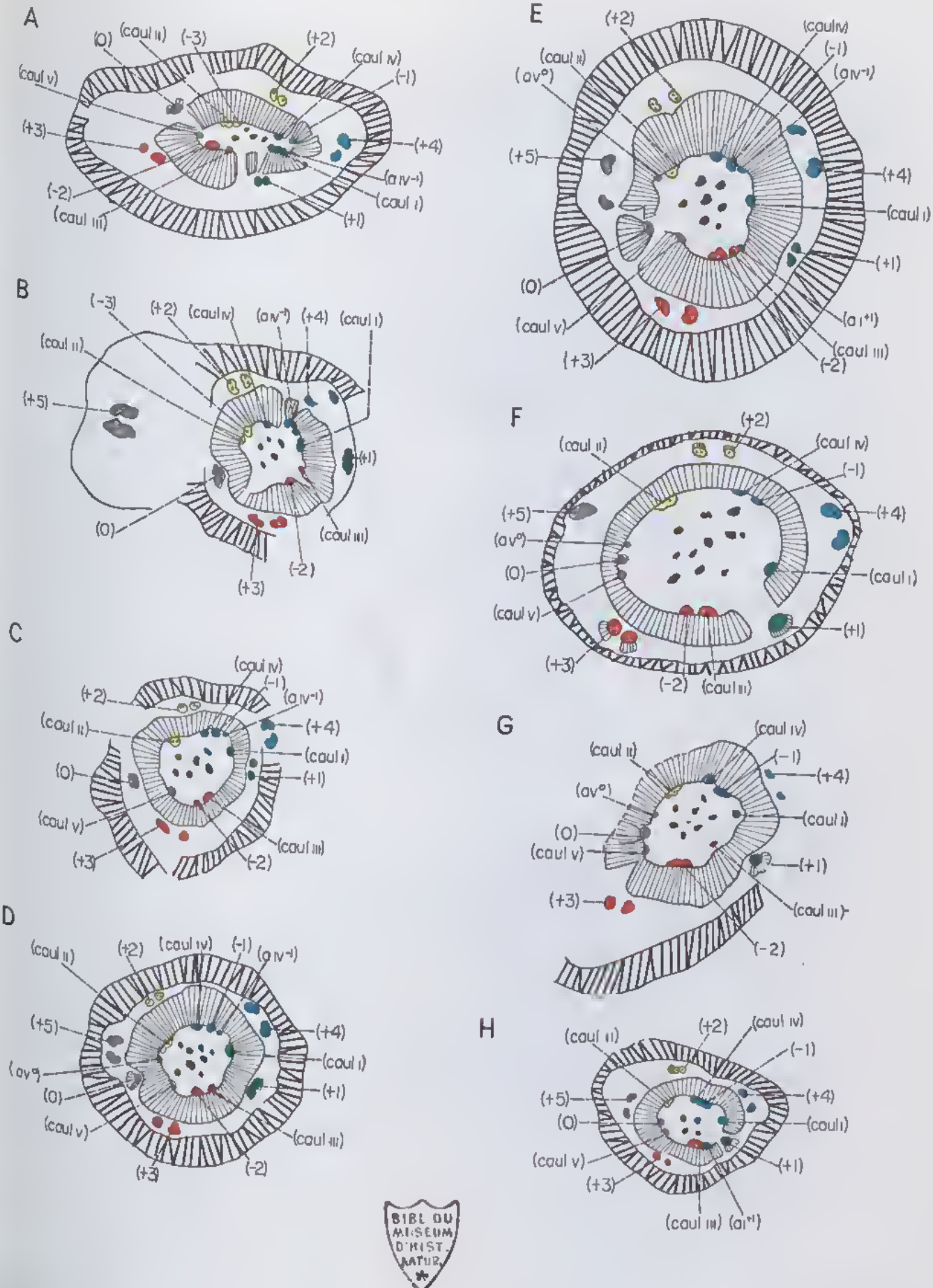
Fig. E. – Lame mince n° 2177 (voir pl. 64, fig. 4).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 3.

Fig. F. – Lame mince n° 27 Lx I.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. G. – Lame mince n° 1992 (voir pl. 64, fig. 3).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. H. – Lame mince n° XLV (voir pl. 64, fig. 2).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Munich.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

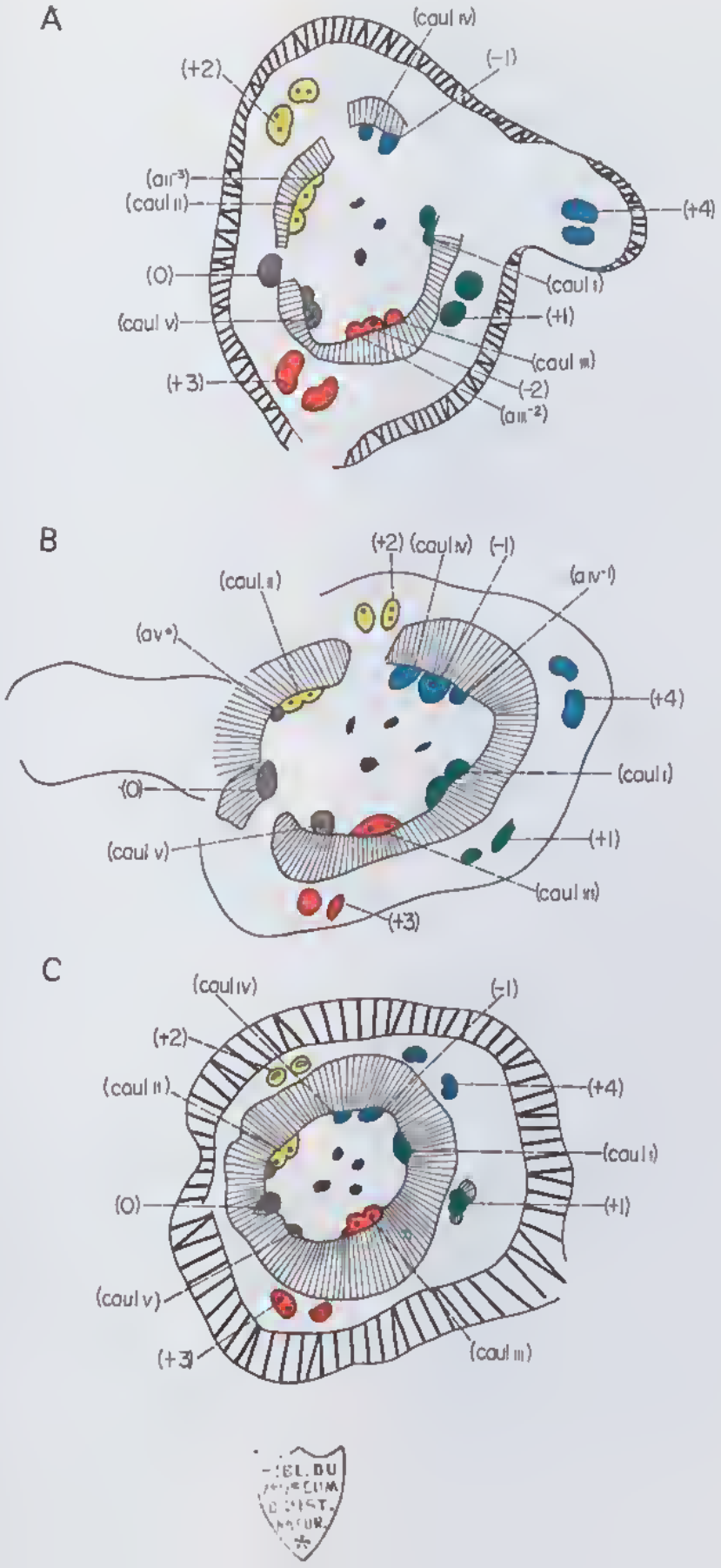
PLANCHE 11

Coupes transversales sériées ou non de tiges principales
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié constituant la SÉRIE D.

Fig. A et B. – Lame mince n° 732 D.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 3.

Fig. C. – Lame mince n° 28 (voir pl. 70, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 12

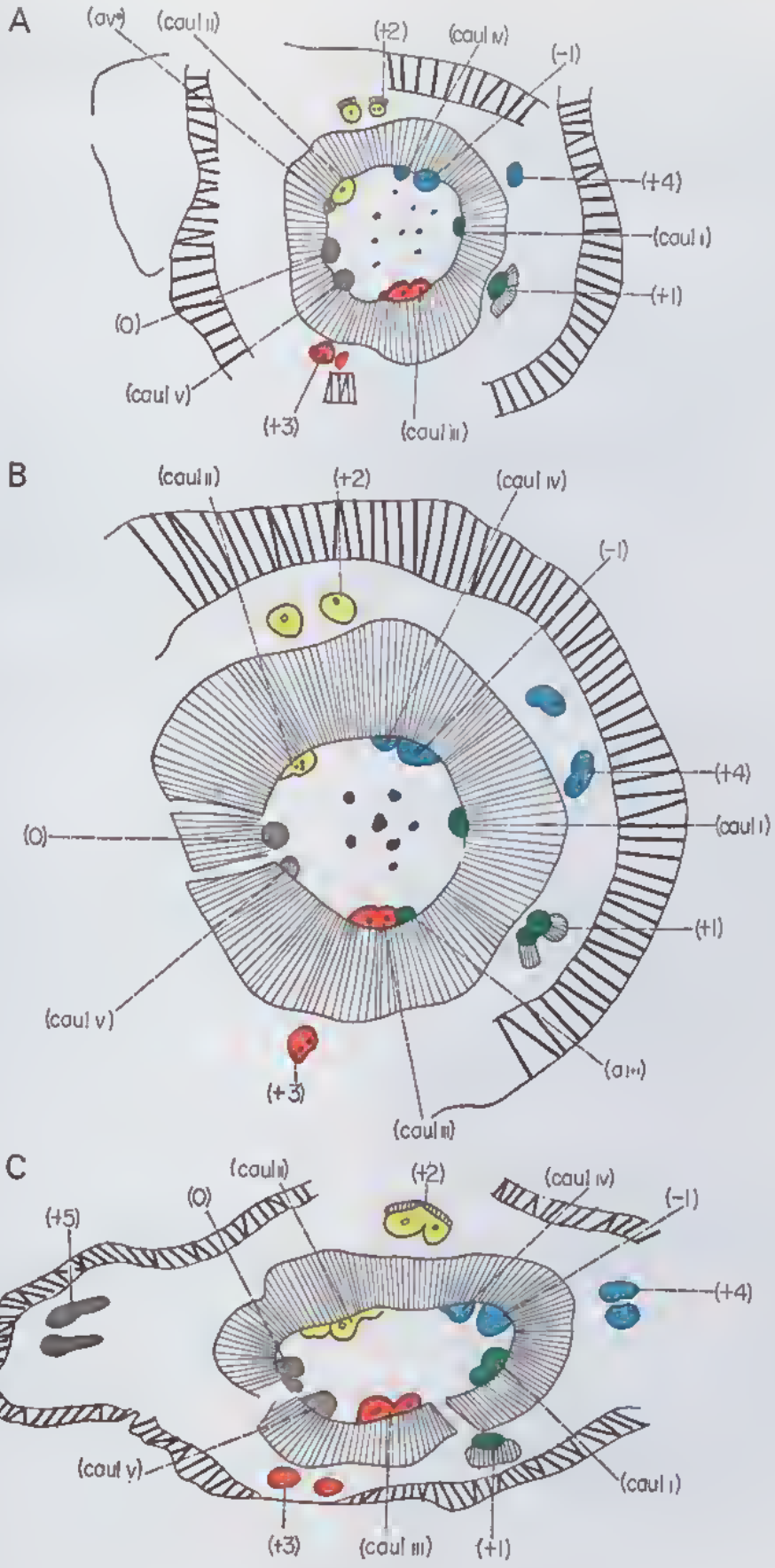
Coupes transversales sériées ou non de tiges principales
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, constituant la SÉRIE D *(suite)*.

Fig. A. - Lame mince n° M 40.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 3.

Fig. B. - Lame mince n° 49 (voir pl. 70, fig. 1).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 3.

Fig. C. – Lame mince n° 1422 a.
Origine : *Ruhr*.
Niveau : *Finefrau Nebenbank*.
Collection : *Institut géologique de Krefeld*.
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSÉUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 13

Schéma représentatif de la diminution progressive des internœuds en passant d'une série à l'autre et anastomose des faisceaux périmédullaires dans la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

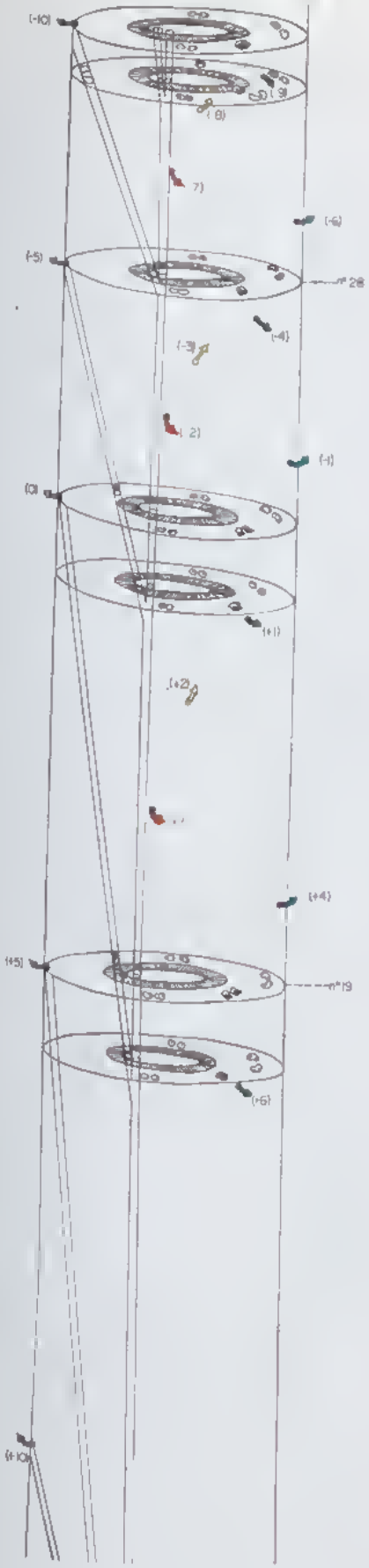
Fig. A. – Les flèches colorées indiquent les points de sortie sur la tige des traces foliaires de chacun des 5 groupes ligneux auxquels elles appartiennent. Les nos 19 (voir pl. 5, fig. D) et 28 (voir pl. 11, fig. C) sont ceux des coupes transversales de tiges qui appartiennent respectivement aux SÉRIES A et D.

Fig. B. – Coupe transversale d'une tige pourvue des faisceaux anastomosiques (a V^{o}), (a IV^{-1}), (a III^{-2}).
Lame mince no 1992.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

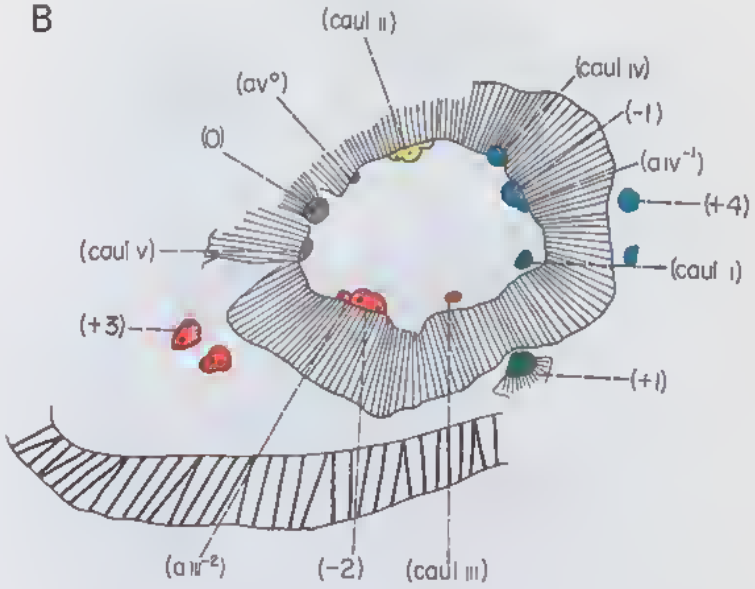
Fig. C et D. – Coupe transversale figurée par Hirmer (fig. a et b, p. 94). Comparaison de l'interprétation de la course du système ligneux primaire dans notre mode de numérotation des faisceaux (fig. C) et dans celui adopté par Hirmer (fig. D).
Gr. : = 2,25.

Source : MNHN, Paris

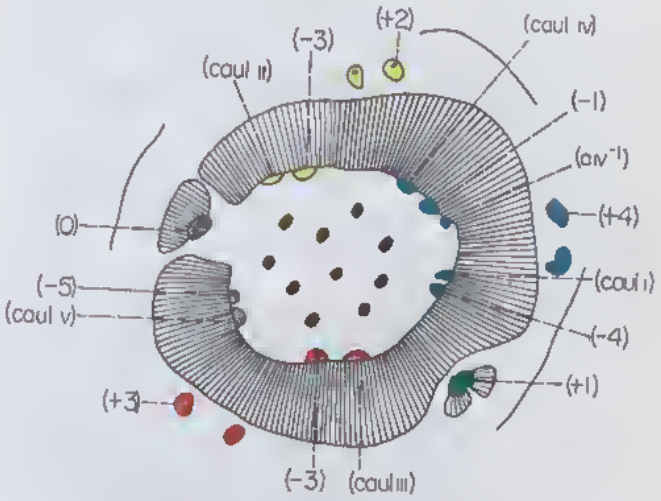
A



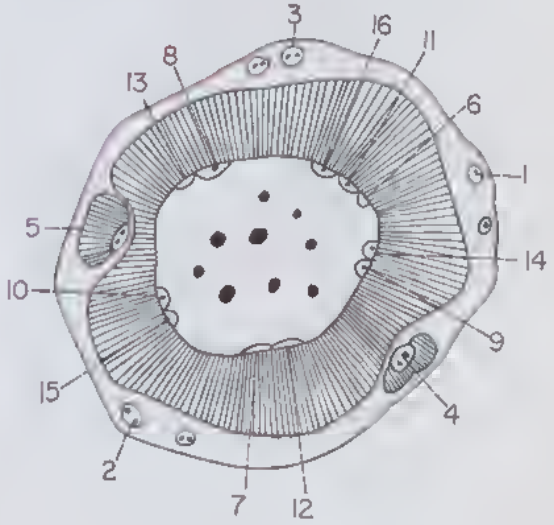
B



C



D



BIBL DU MUSEUM D'HIST NATUR

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 14

Anastomose des faisceaux périmédullaires dans la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A - B - C. – Coupes transversales sériées de la zone périmédullaire d'une tige.

Lames minces n° 5 (voir pl. 69, fig. 1), n° 4, n° 25 (voir pl. 69, fig. 4).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 6,25.

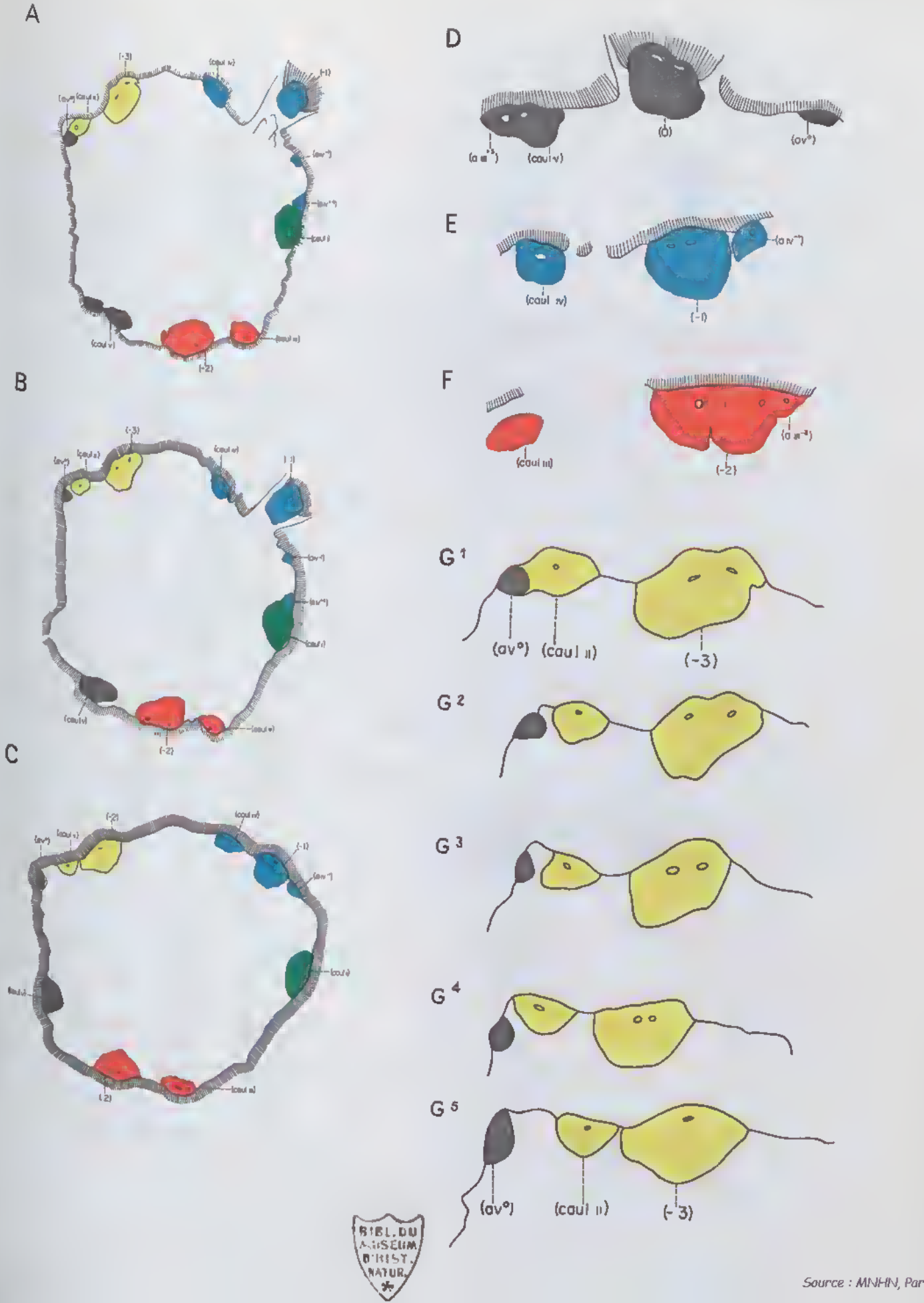
Fig. D - E - F. – Naissance du faisceau anastomosique à partir des faisceaux périmédullaires sortants (0), (— 1) et (— 2).

Lame mince n° 1992 (voir pl. 64, fig. 3).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 17.

Fig. G^1 à G^5. – Accolement du faisceau anastomosique (a V^o) issu du faisceau sortant (O) au caulinaire (caul. II).

Lames minces n° 5 (voir pl. 69, fig. 1), n° 4, n° 3, n° 1, n° 25 (voir pl. 69, fig. 4).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 17.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 15

Anastomose des faisceaux périmédullaires dans la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A. – Reconstitution, d'après la coupe transversale n° 25 (voir pl. 69, fig. 4), de la course longitudinale du système ligneux primaire périmédullaire, lorsqu'il est pourvu de faisceaux anastomosiques. La ligne horizontale discontinue indique la position de la coupe transversale n° 25.

Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 2,75.

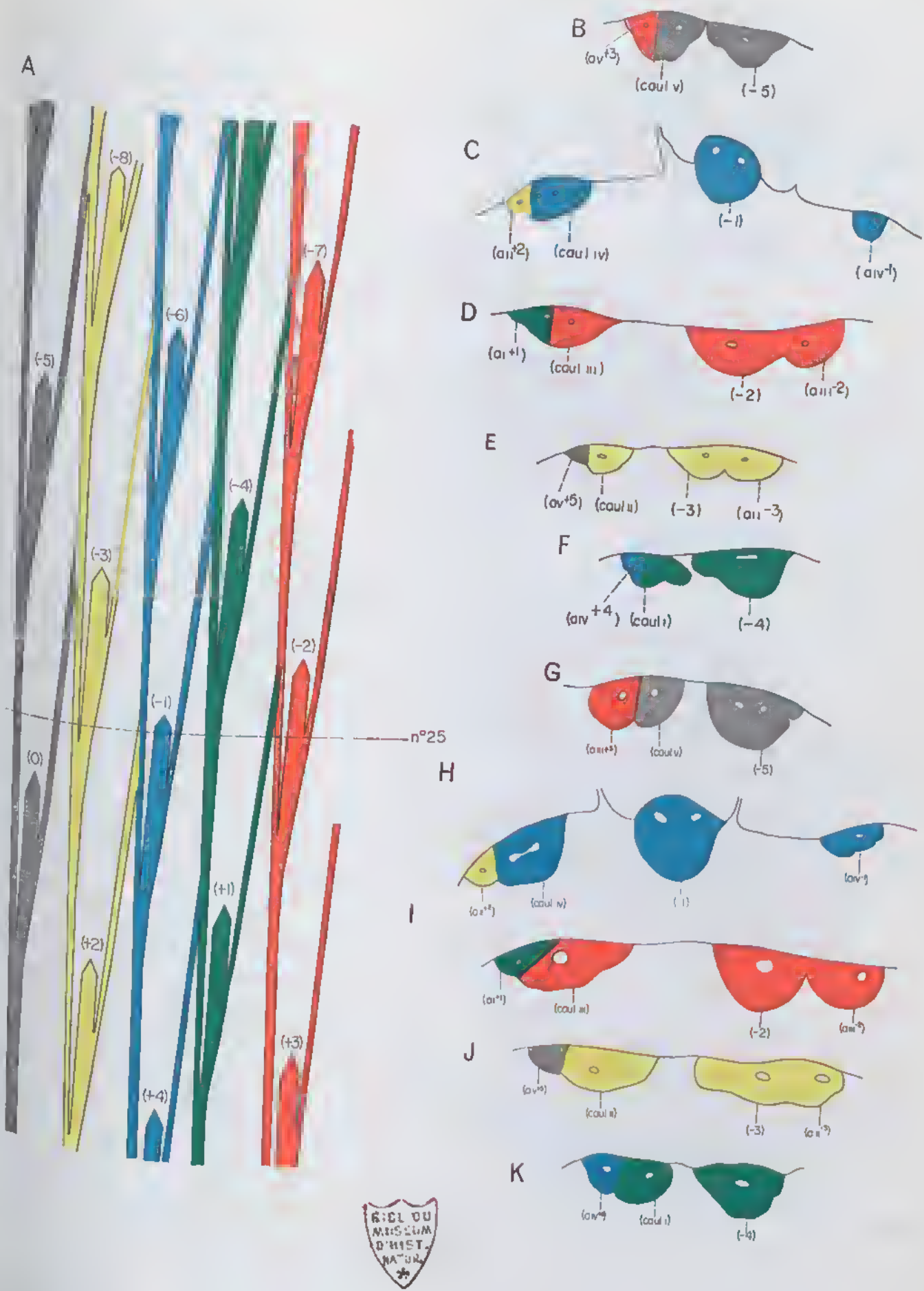
Fig. B à K.

Identification des faisceaux anastomosiques dans le système ligneux primaire périmédullaire des cinq groupes ligneux sectionnés transversalement.

Fig. B à F. – Lame mince n° 3 (voir pl. 66, fig. 3).
Origine : *Dutesgate.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Göttingen.*
Gr. : = 15 env.

Fig. F à K. – Lame mince n° 4 Lx III (voir pl. 65, fig. 2).
Origine : *Dutesgate.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 17 env.

Source : MNHN, Paris



MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 16

Coupes transversales de tiges jeunes
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A. – Lame mince n° M 9 (voir pl. 75, fig. 1).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

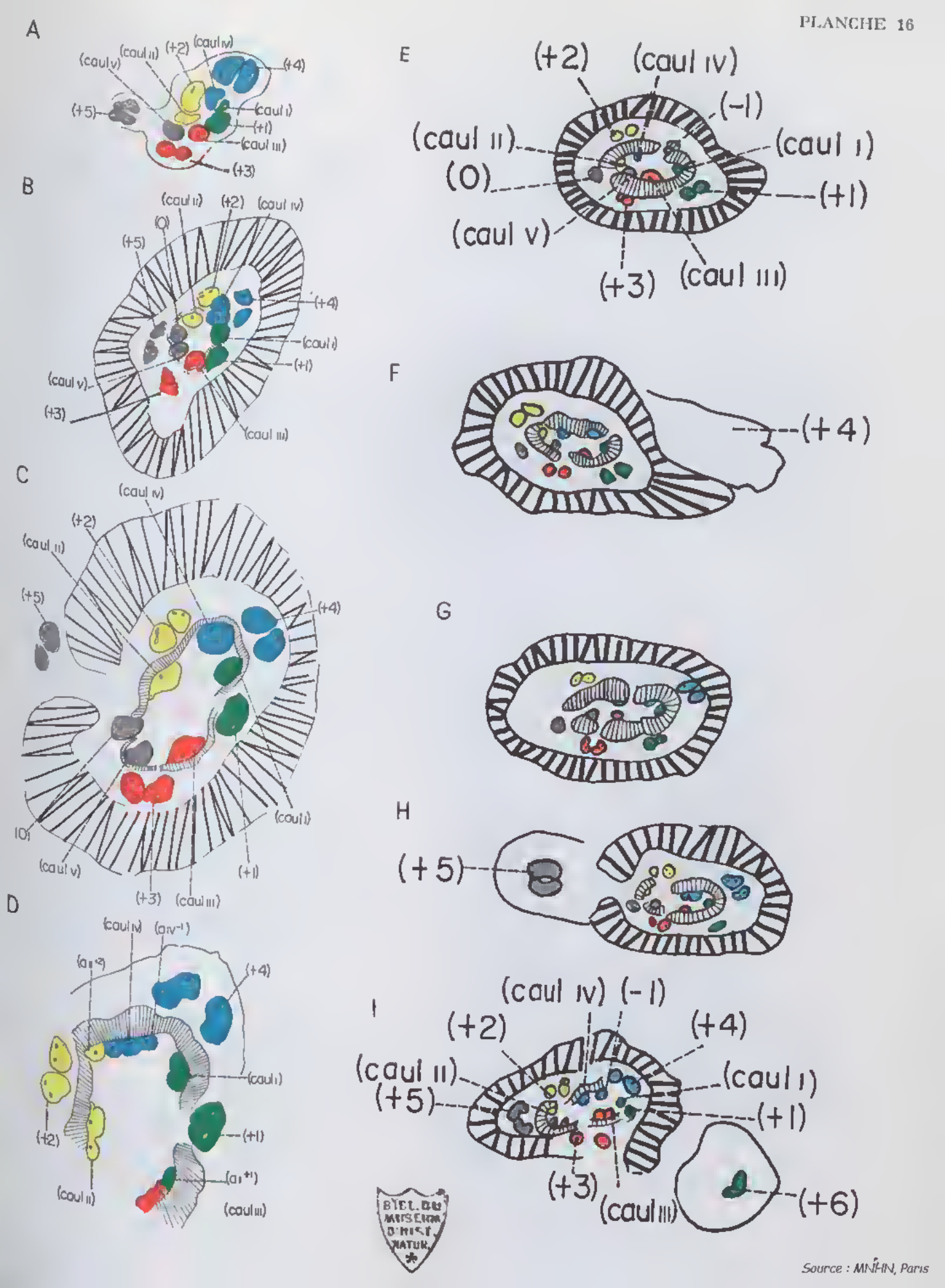
Fig. B. – Lame mince n° H 5 (voir pl. 75, fig. 3).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Birbeck College).*
Gr. : = 3.

Fig. C. – Lame mince n° 78 Lx II = 28 Lx I (voir pl. 75, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. D. – Lame mince n° 449 (voir pl. 77, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 2,25.

Fig. E à I. – Coupes transversales sériées.
Lames minces n°s M 50 p, n, j, d, a.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 8.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 17

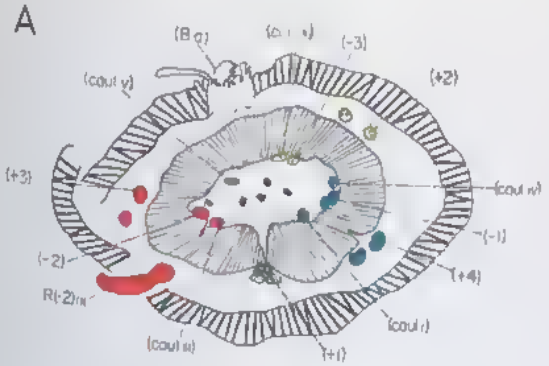
Coupes transversales sérlées d'une tige principale
de *Lygínopteris oldhamia* (Binney) Potonié, pourvue d'un bourgeon axilaire
et de racines adventives.

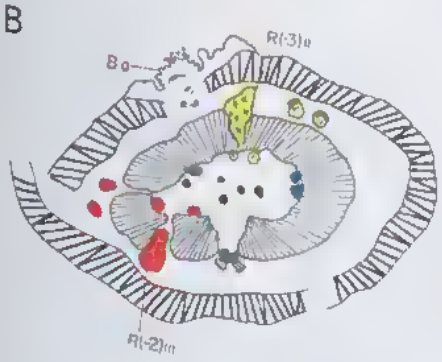
Fig. A à F. – Coupes transversales de la tige.
Lames minces n°s M 25 h, M 25 g, M 25 f, M 25 e, M 25 c = b (voir pl. 78, fig. 1), M 25 a (voir pl. 77, fig. 3).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University college).*
Gr. : = 1,5.

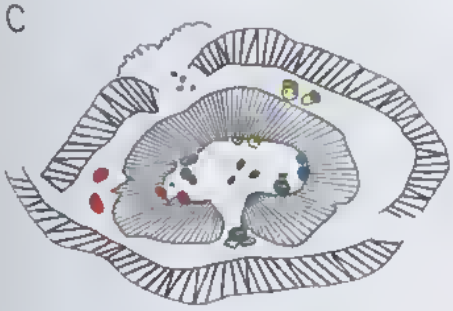
Fig. G à J. – Détails du bourgeon axilaire.

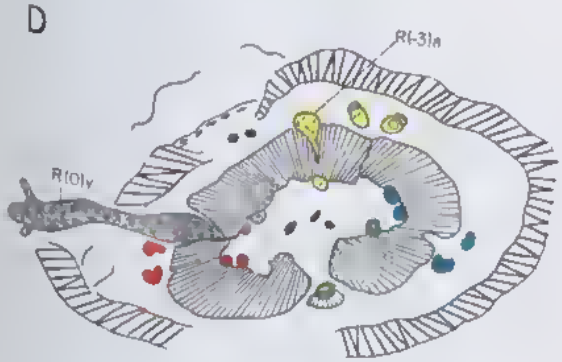
Fig. G et H. – Lame mince n° M 25 h (voir pl. 79, fig. 2).
La figure H représente la partie centrale du bourgeon.
Fig. I. – Lame mince n° M 25 g (voir pl. 79, fig. 1).
Fig. J. – Lame mince n° M 25 f (voir pl. 78, fig. 2).
Gr. : = 10.

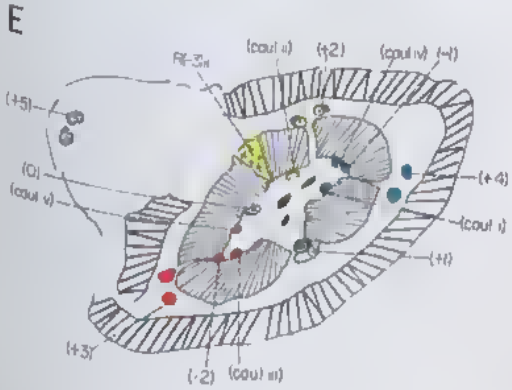
Source : MNHN, Paris

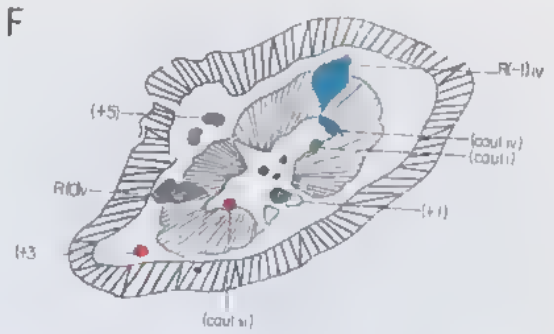


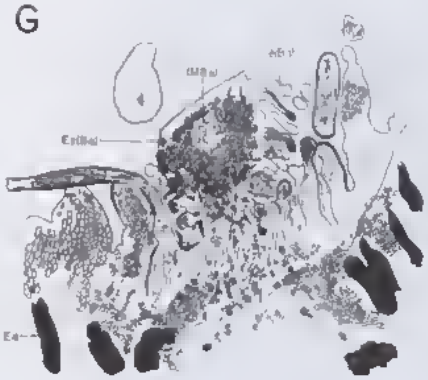












MUSEUM D'HIST. NATUR.

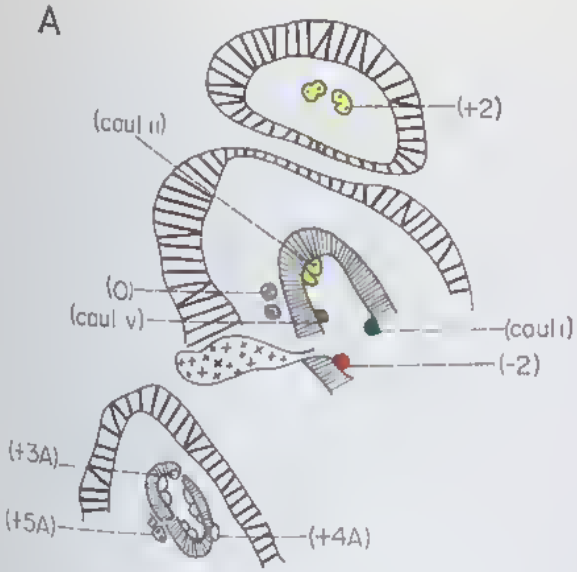
Source : MNHN, Paris

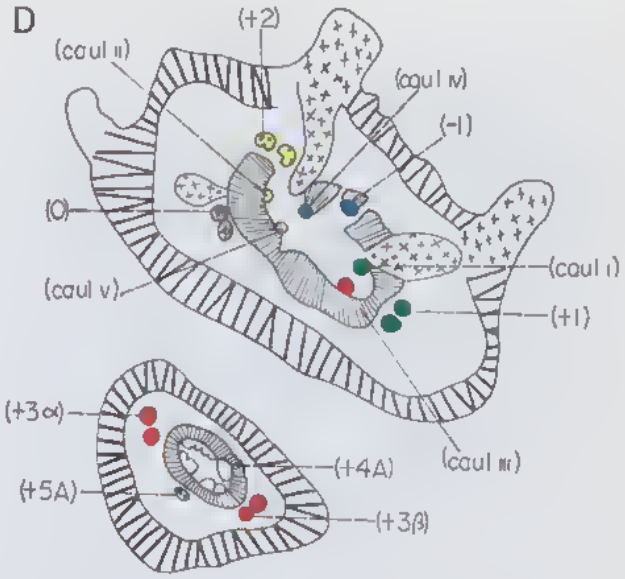
PLANCHE 18

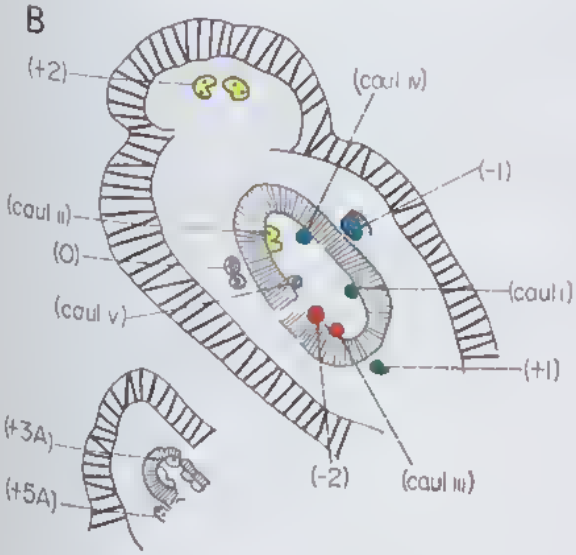
Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, émettant une ramification axilaire du type I.

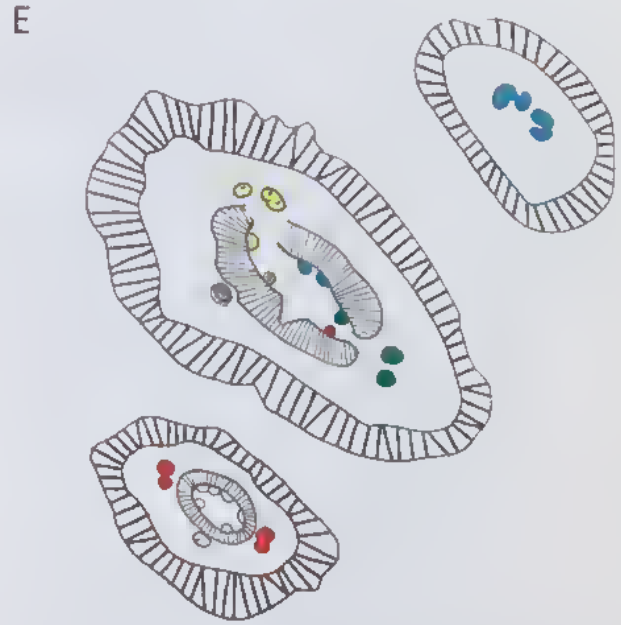
Fig. A à F. – Lames minces : n^{os} 2094 et 2095 (voir pl. 84, fig. 2), n° 2093, n^{os} 2091 et 2092 (voir pl. 84, fig. 1), n^{os} 2089 et 2090 (voir pl. 83, fig. 1), n^{os} 2086 et 2087, n^{os} 2084 et 2085 (voir pl. 82, fig. 1).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 3.

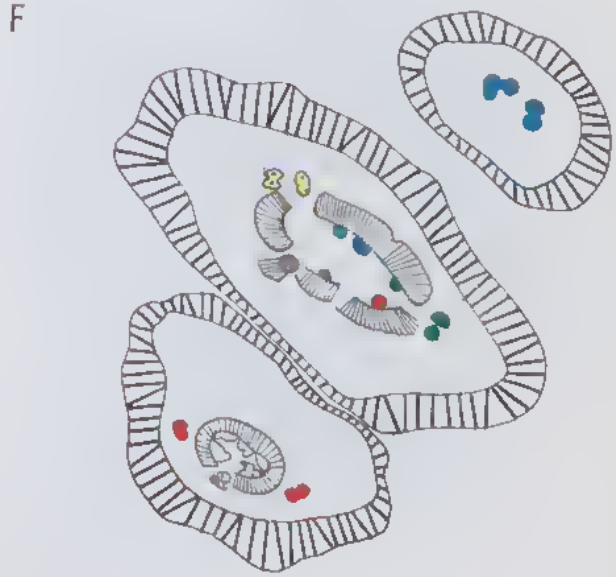
Source : MNHN, Paris











MUSEUM D'HIST. NATUR.

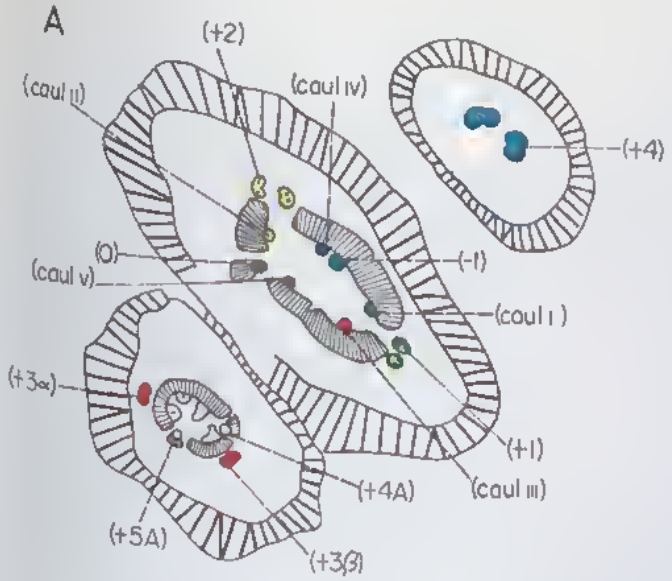
Source : MNHN, Paris

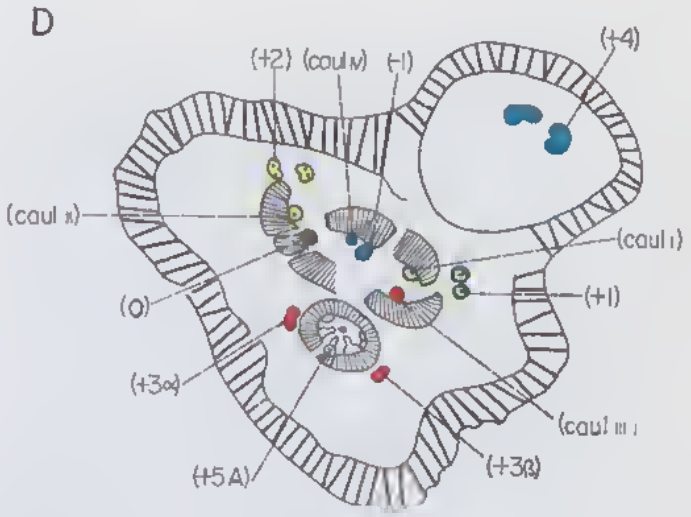
PLANCHE 19

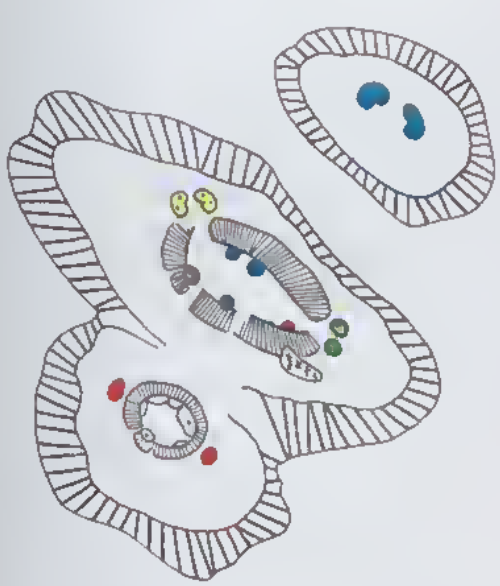
Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ, émettant une ramification axillaire du type I *(suite)*.

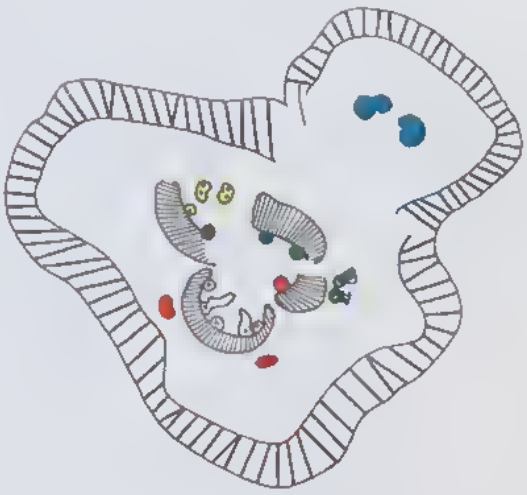
FIG. A à F. – Lames minces : n^{os} 2082 et 2083, n° 2081, n^{os} 2079 et 2080, n° 2078 (voir pl. 81, fig. 1) n^{os} 2075 et 2076, n^{os} 2072, 2073 et 2074 (voir pl. 80, fig. 1).
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (British Museum)*.
Gr. : = 3.

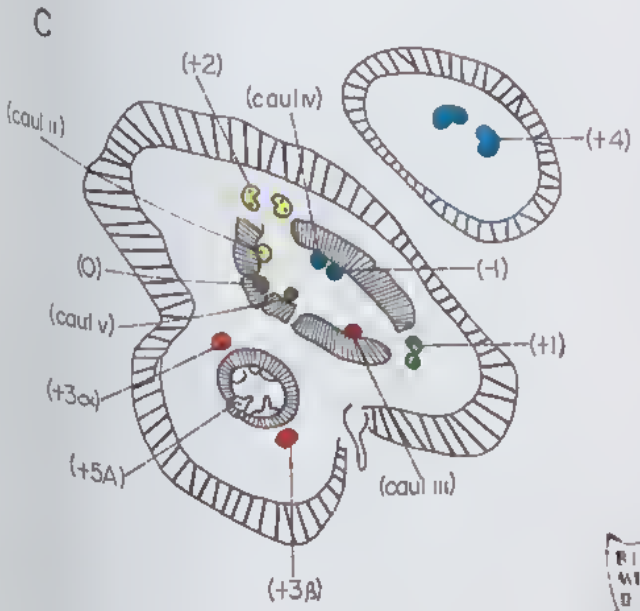
Source : MNHN, Paris

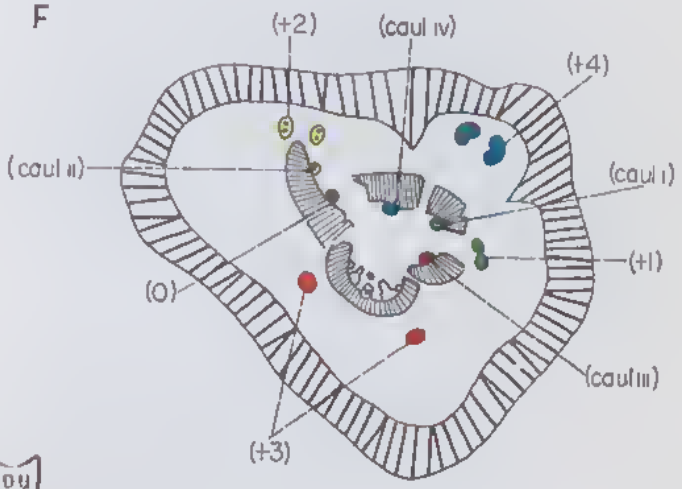












BIBL DU MUSEUM D'HIST NATUR

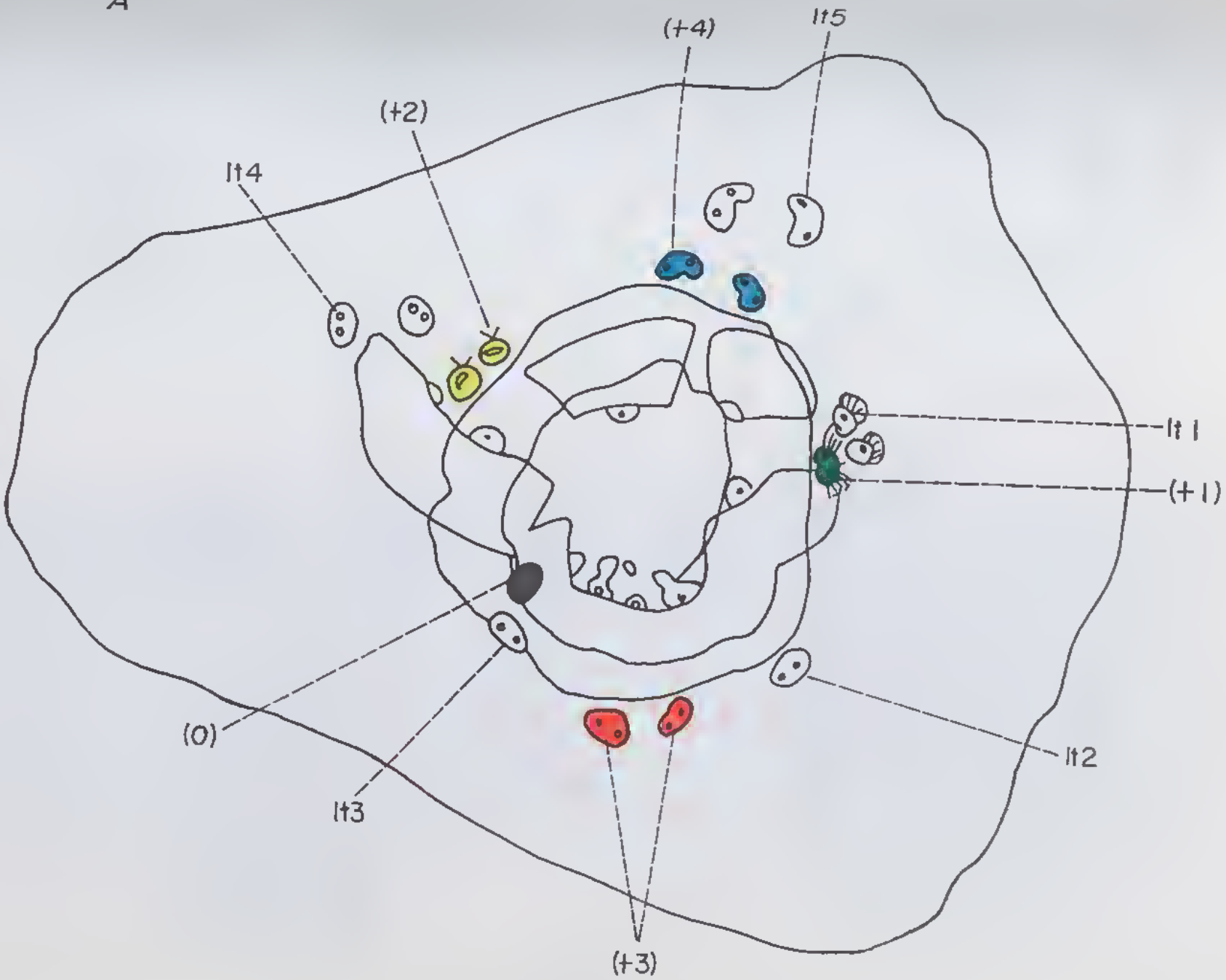
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 20

Comportement du bois primaire dans une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, prête à émettre une ramification axilaire du type I.

Fig. A. – Superposition des coupes 2074 (voir pl. 80, fig. 1) et M 40 (voir pl. 70, fig. 2). Dans la première la numérotation des faisceaux (lt^1, lt^2 = leaf trace = trace foliaire, n° 1,2) est celle mentionnée par Scott (83), p. 39. Dans la seconde les faisceaux sont numérotés selon le mode adopté dans cet ouvrage.
Afin de rendre le schéma plus intelligible, la première coupe est au grossissement 6, la seconde au grossissement 4.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

PLANCHE 20

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 21

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ, émettant une ramification axilaire du type I.

FIG. A - B et E. – Lames minces : n° 41 (voir pl. 86, fig. 5), n° 40 (voir pl. 86 fig. 4), n° 39 (voir pl. 85, fig. 4).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

FIG. C et D. – Lames minces : n° 515/8 (voir pl. 86, fig. 2), n° T (voir pl. 86, fig. 1).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris

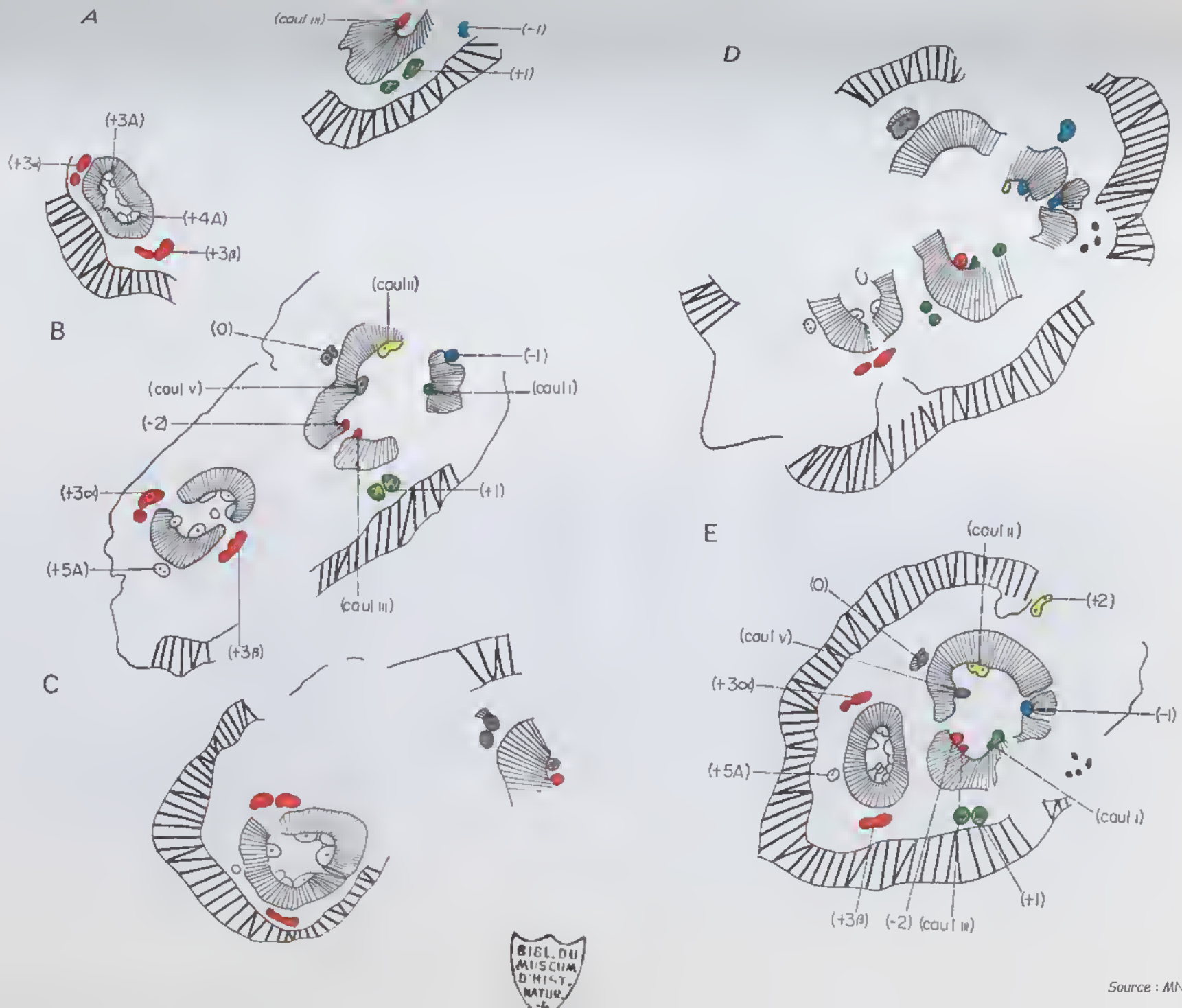


PLANCHE 2

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 22

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, émettant une ramification axilaire du type I *(suite)*.

Fig. A à C. – Lames minces : n° 515/6 (voir pl. 85, fig. 5), n° 515/2 (voir pl. 85, fig. 3), n° 515/5 (voir pl. 85, fig. 2).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Tübingen*.
Gr. : = 3.

Fig. D. – Lame mince n° 37 (voir pl. 85, fig. 1).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris

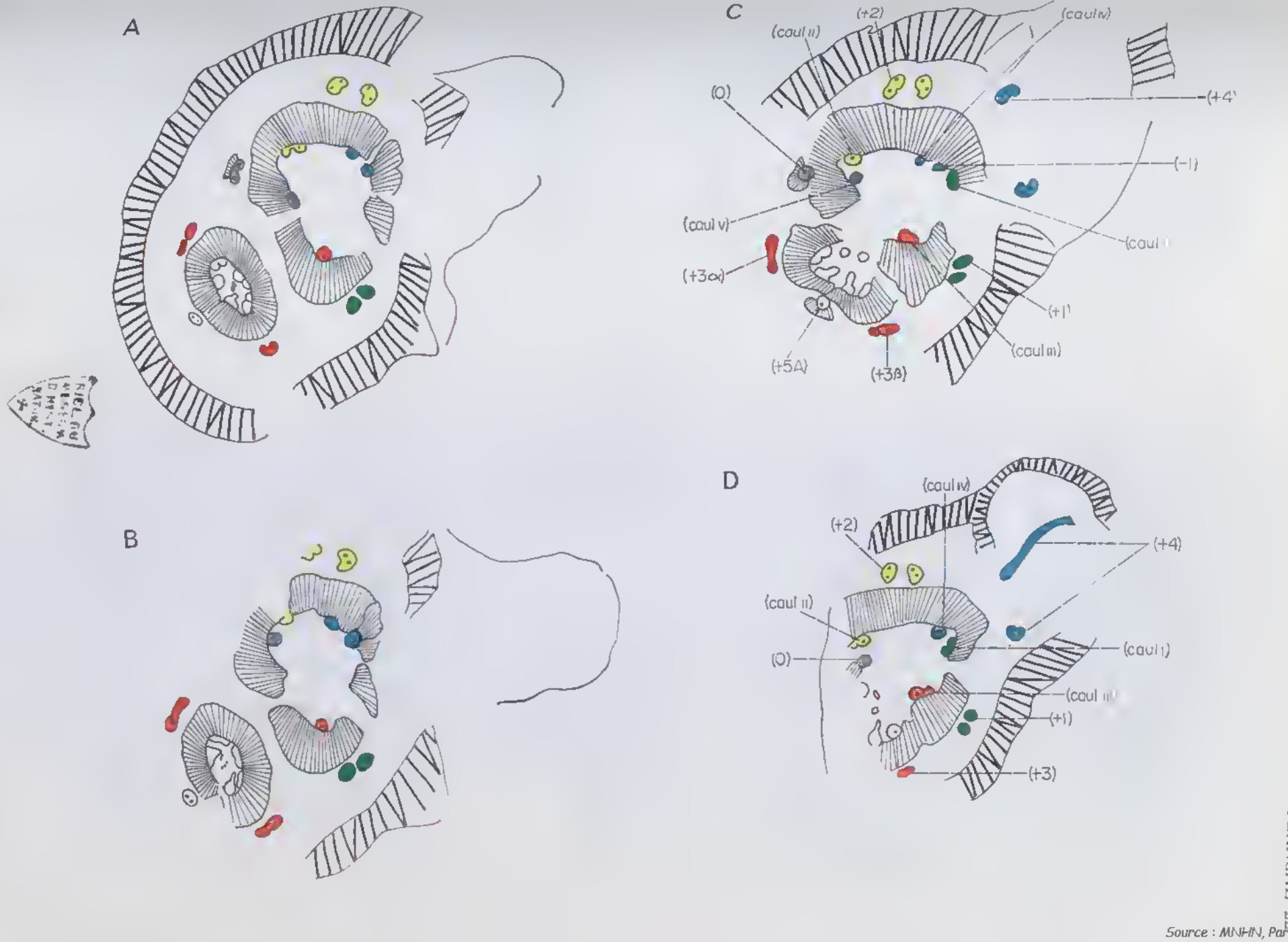


PLANCHE 22

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 23

Ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A - B - C - D - E et K
Coupes transversales isolées constituant une série artificielle.

Fig. A. – Lame mince n° 55 C (voir pl. 93, fig. 2).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 3.

Fig. C et K. – Lames minces n° 480 et 471 (voir pl. 92, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3 et 5.

Fig. D. – Lame mince n° 58 Lx 11 (voir pl. 92, fig. 4).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. B. – Lame mince n° 189 (voir pl. 92, fig. 5).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Imperial College).*
Gr. : = 10.

Fig. E. – Lame mince n° R 19 (voir pl. 92, fig. 3).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*

Fig. F - H - I. – Coupes transversales de ramifications.

Fig. F et H. – Numérotation des faisceaux dans le cas d'un cycle phyllotaxique de 1/3 :

Fig. F. – Lame mince n° 2094 (voir pl. 84, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*

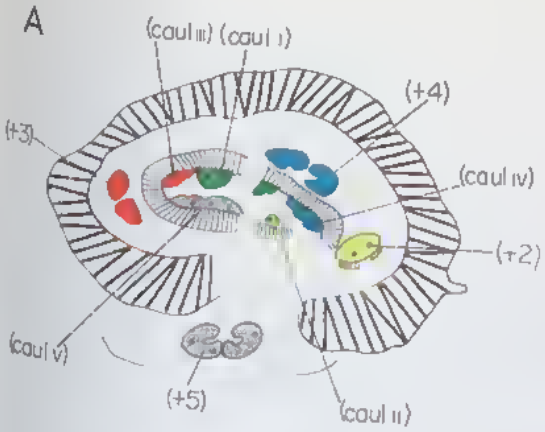
Fig. H. – Lame mince n° R 19 (voir pl. 92, fig. 3).
Gr. : = 13,5 env.

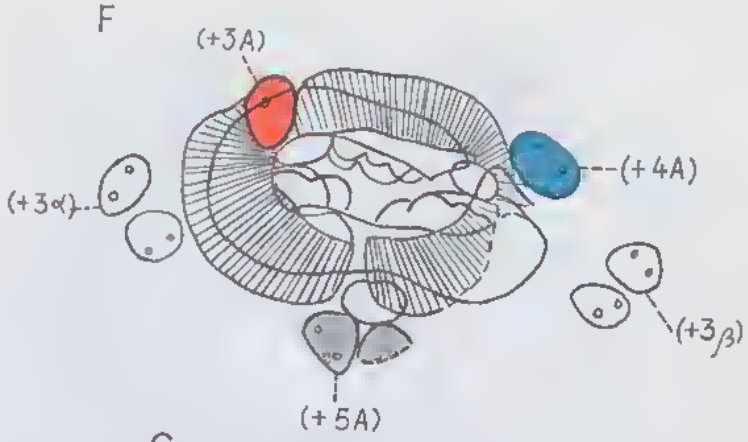
Fig. I. – Superposition de deux coupes transversales sériées.
Lames minces n° 2094 (voir pl. 84, fig. 2) et n° 2089 (voir pl. 83, fig. 1).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 13,5 env.

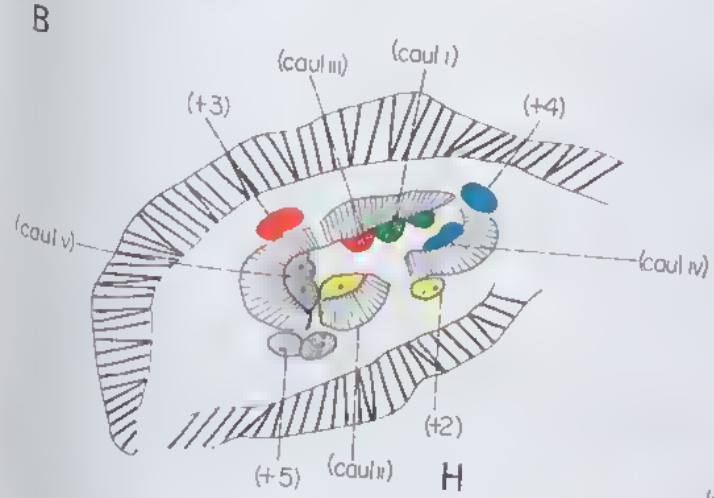
Fig. G et J. – Composition du système ligneux primaire dans deux coupes transversales d'une ramification.
Lames minces n° 55 C (voir pl. 23, fig. A et pl. 93, fig. 2) et n° 58 Lx II (voir pl. 23, fig. D et pl. 92, fig. 4).
Gr. : = 12,5.

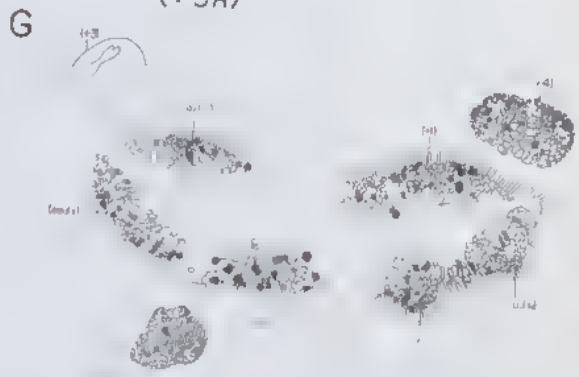
Fig. L. – Évolution en coupes transversales d'un cordon ligneux depuis son entrée dans le bois secondaire jusque dans le cortex.
Lames minces n° 55 C (voir pl. 93, fig. 2), n° 124 w (voir pl. 96, fig. 5), n° 1856 IT[s] (voir pl. 95, fig. 1).
Gr. : = 12,5.

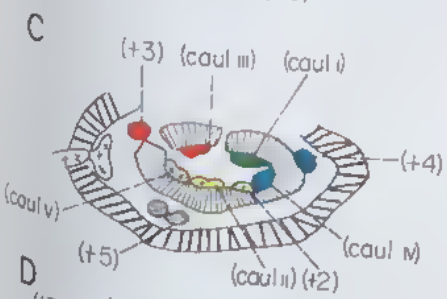
Source : MNHN, Paris

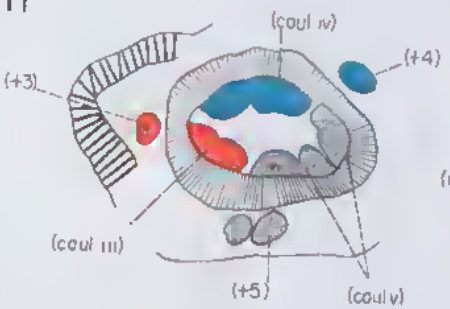


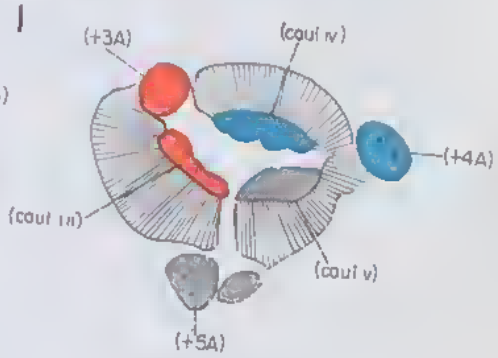


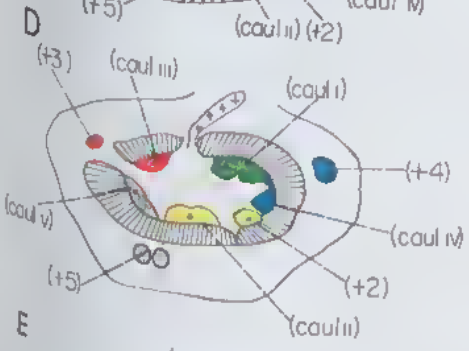


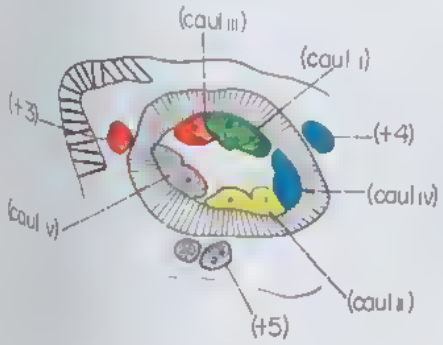


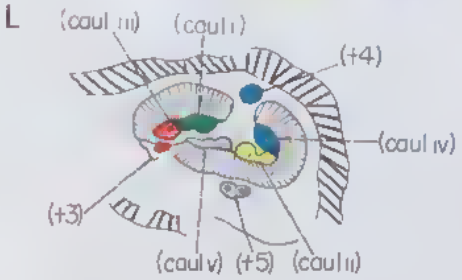












BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 24

Étude comparée du système ligneux primaire dans plusieurs séries de ramifications axilaires du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A^1 à A^7. – Lames minces : n° 78 p, n° 78 l (voir pl. 98, fig. 2), n° 78 h (voir pl. 98, fig. 1), n° 78 g, n° 78 e, n° 78 c, n° 78 b.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Fig. B^1 à B^5. – Lames minces : n° 1858 II QR^4, n° 1856 IT^4, n° 1856 IT^6 (voir pl. 95, fig. 1), n° 1856 IT^5, n° 1856 II QR^5.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunégonde.*
Collection : *Université de Lille.*

Fig. C^1 à C^9. – Lames minces : n° 124 w (voir pl. 96, fig. 5), n° 124 t, n° 124 n (voir pl. 96, fig. 4), n° 124 f (voir pl. 96, fig. 3), n° 124 r (voir pl. 96, fig. 2), n° 124 d, n° 124 b, n° 124 a (voir pl. 96, fig. 1).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 3.

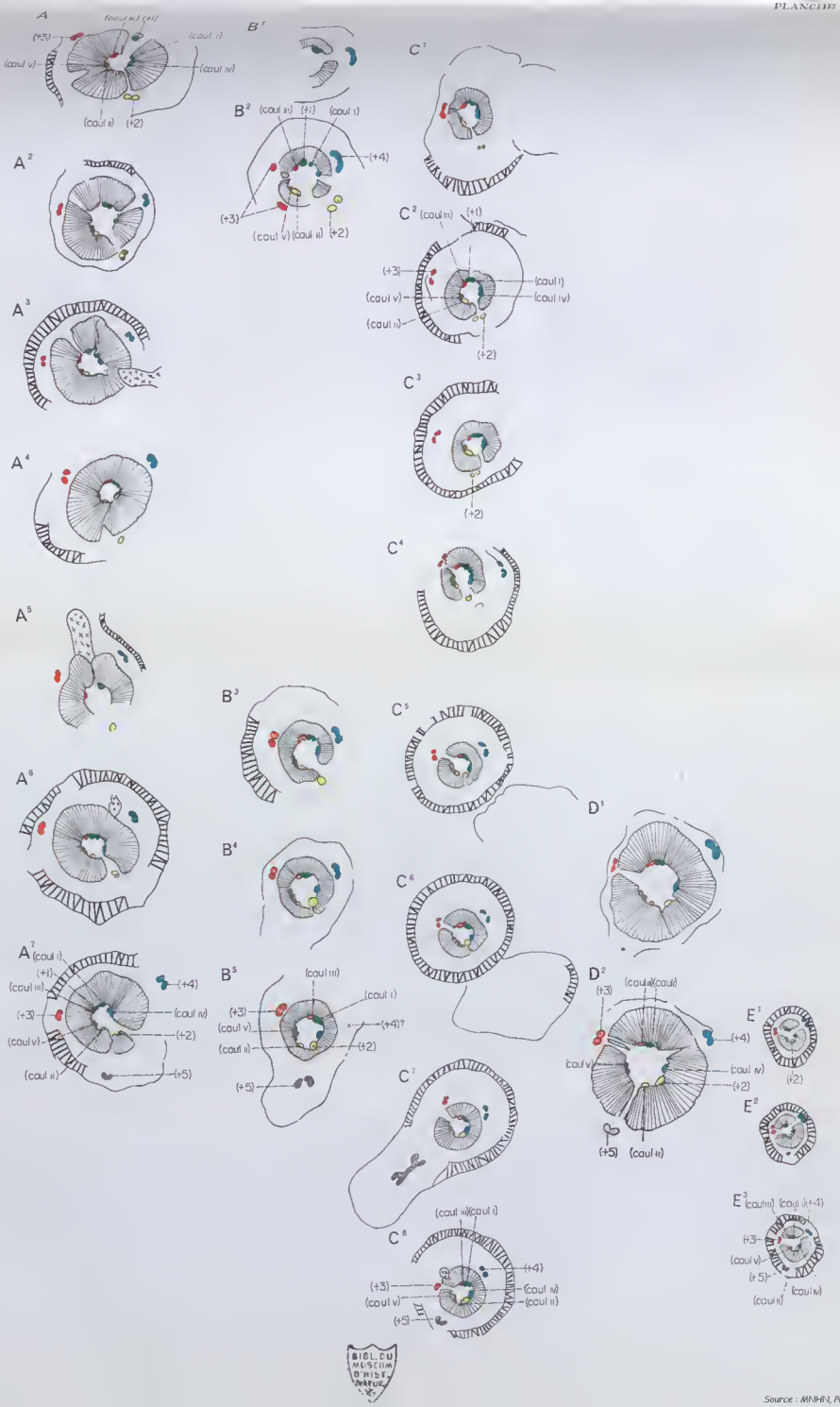
Fig. D^1 à D^2. – Lames minces : n° NL 13 (voir pl. 97, fig. 1), n° NL 14.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. E^1 à E^3

Fig. E^1 et E^2. – Lames minces : n° NL, 13 (voir pl. 100, fig. 3), n° NL 14 (voir pl. 100, fig. 1 et 2).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. E^3. - Lame mince n° 189 (voir pl. 99, fig. 4).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Imperial College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

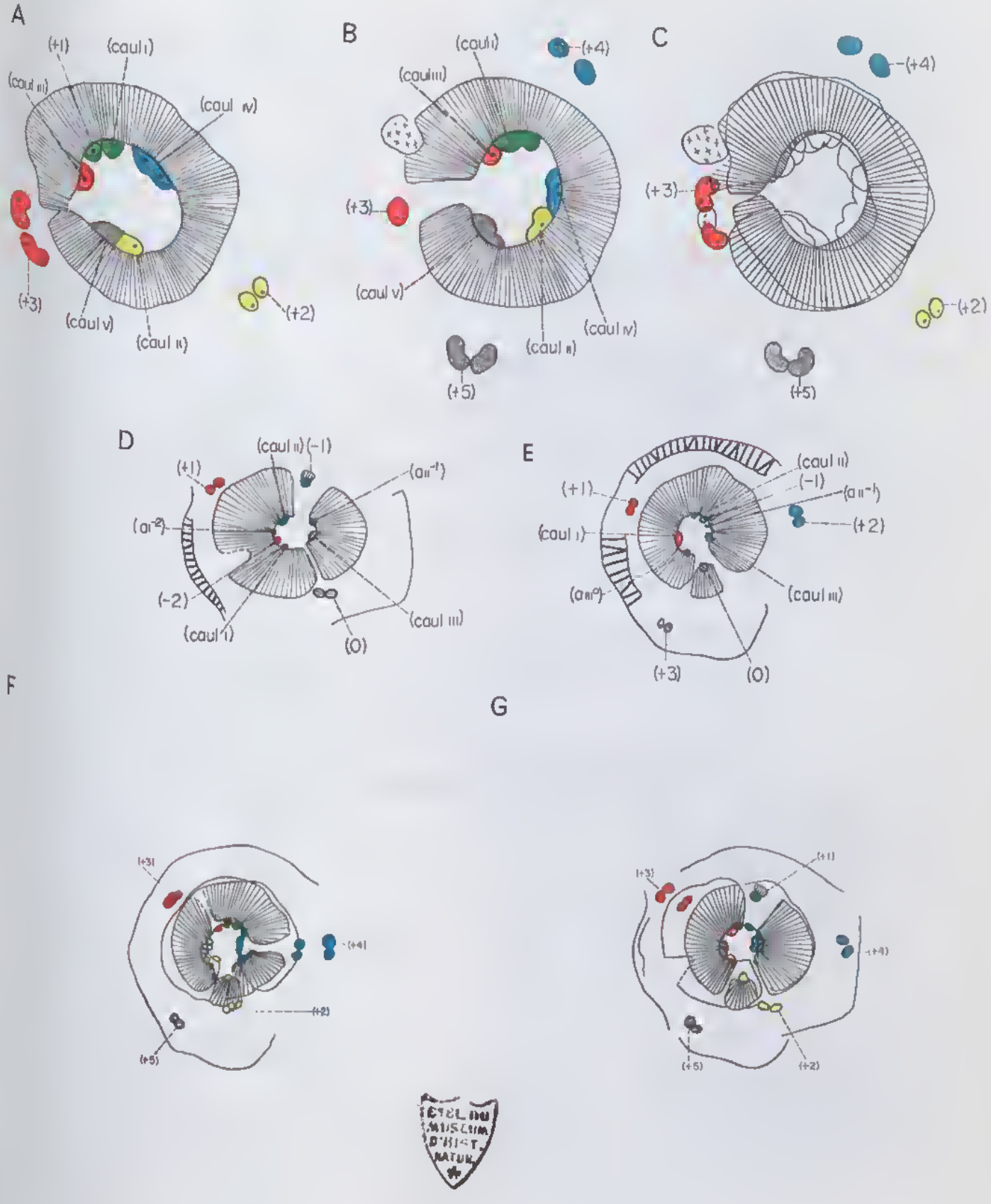
PLANCHE 25

Notation des faisceaux ligneux primaires dans la ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A à C. – Comparaison des coupes transversales sériées nº 124 w (voir pl. 96, fig. 5) et 124 a (voir pl. 96, fig. 1) par la méthode de superposition (fig. C).
Gr. : = 8.

Fig. D à G. – Comparaison des coupes transversales sériées M 78 p (fig. D) et M 78 b (fig. E) d'une part et M 78 l (voir pl. 98, fig. 2) et M 78 p par la méthode de superposition (fig. E et G). Sur les figures D et E les faisceaux sont numérotés en supposant une phyllotaxie de 1/3.
Gr. : = 3 (fig. D et E), = 6 (fig. F, G).

Source : MNHN, Paris



MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN Paris

PLANCHE 26

Évolution du système ligneux primaire dans une ramification axillaire du type I, à l'aide de coupes transversales sériées ou non, chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

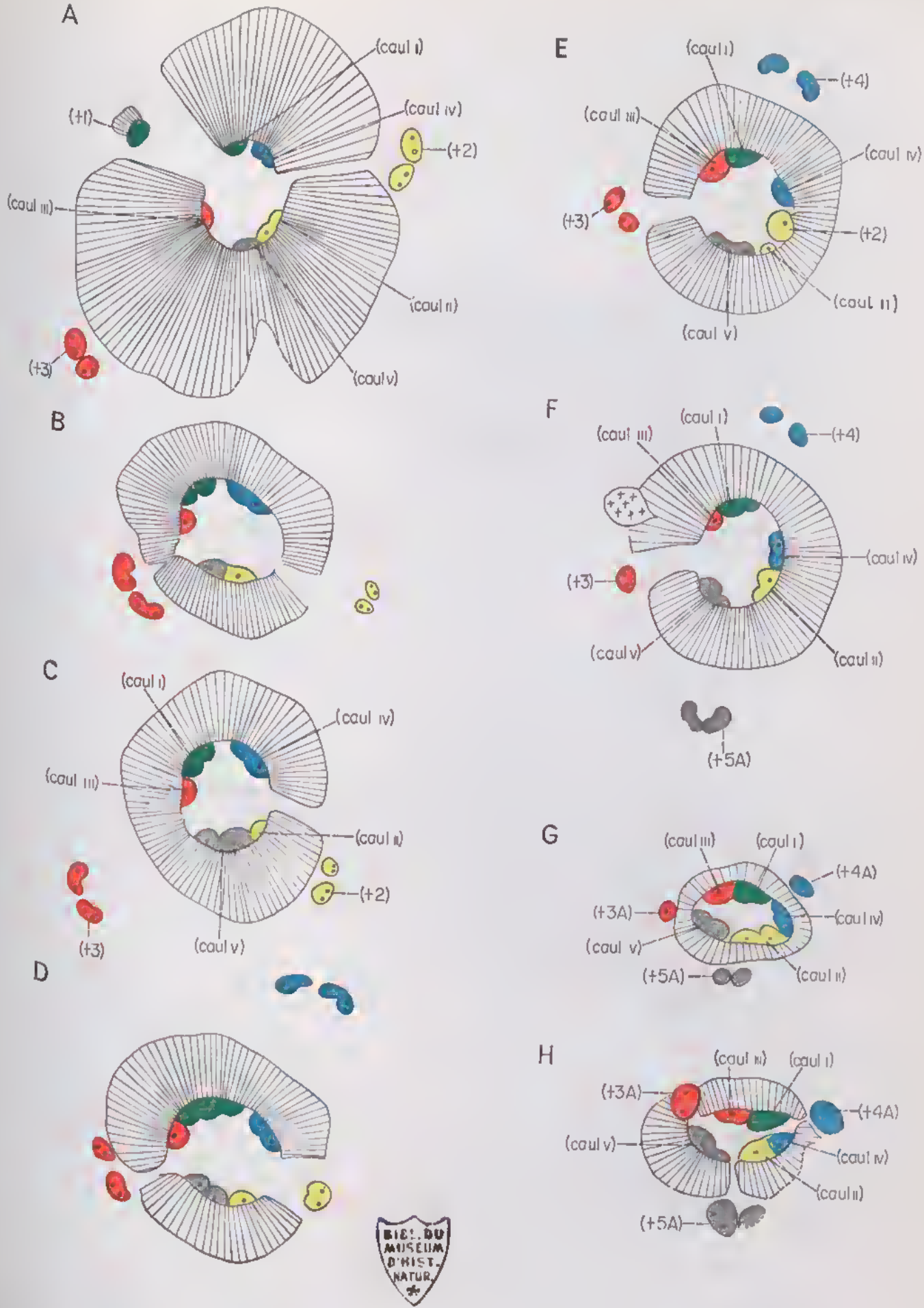
Fig. A. – Lame mince n° M 78 p.
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 9.

Fig. B à F. – Lames minces : n° 124 w (voir pl. 96, fig. 5), n° 124 n (voir pl. 96, fig. 4), n° 124 f (voir pl. 96, fig. 3), n° 124, d, n° 124 a (voir pl. 96, fig. 1).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie)*.
Niveau : *Coaksflöz*.
Collection : *Université de Graz*.
Gr. : = 6.

Fig. G. – Lame mince n° R 19 (voir pl. 92, fig. 3).
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 10.

Fig. H. – Lame mince n° 2094 (voir pl. 84, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (British Museum)*.
Gr. : = 10.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 27

Évolution du système ligneux primaire dans une ramification axillaire du type I, à l'aide de coupes transversales sériées ou non, chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié *(suite)*.

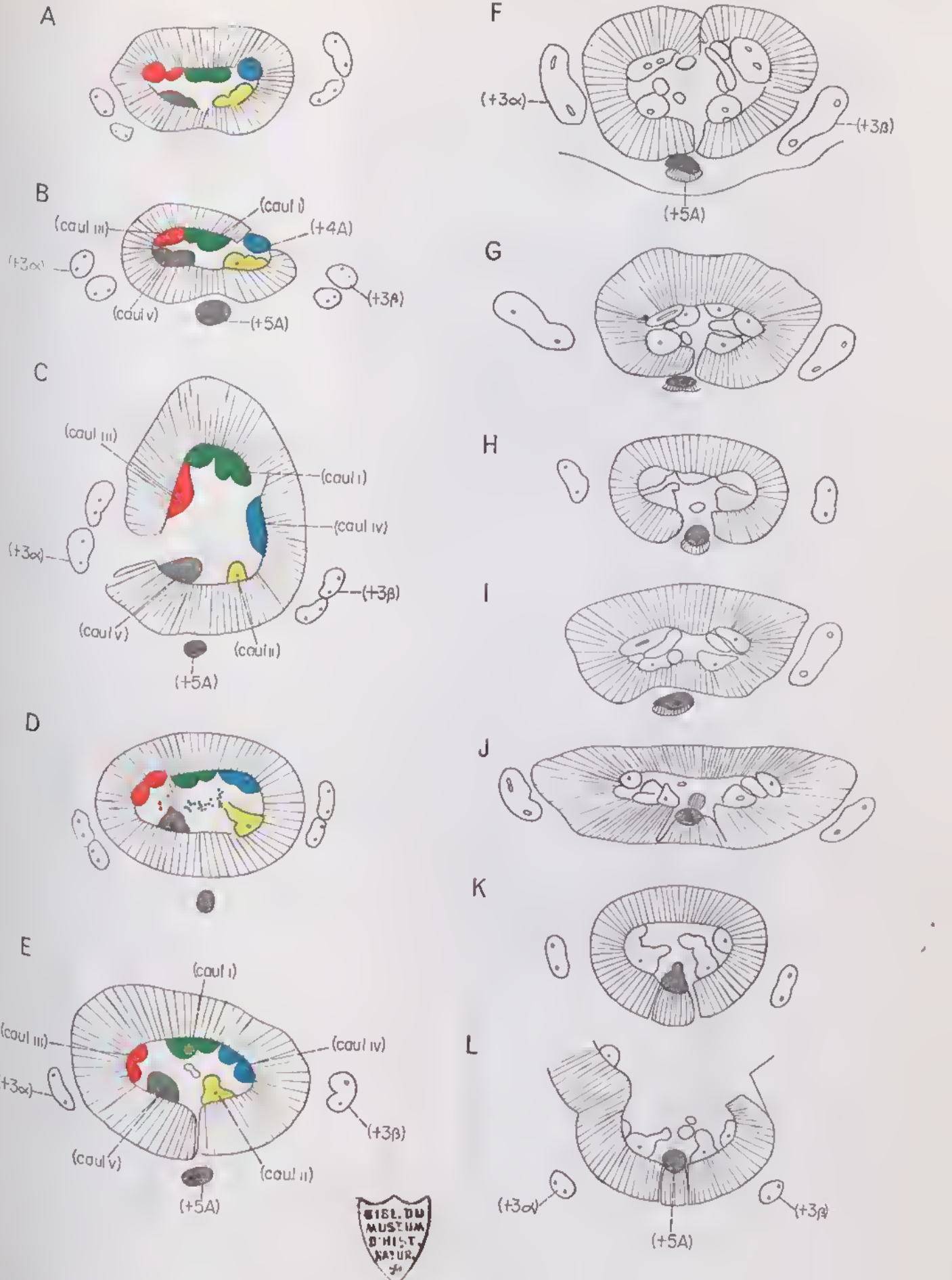
Fig. A et D. – Lames minces : n° 41 (voir pl. 86, fig. 5) et n° 39 (voir pl. 85, fig. 4).
Origine : *Shore Littleborough.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

Fig. B - H - K - L. – Lames minces : n° 2089 (voir pl. 83, fig. 1), n° 2084 (voir pl. 82, fig. 1), n° 2078 (voir pl. 81, fig. 1), n° 2074 (voir pl. 80, fig. 1).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 10.

Fig. C et E. – Lames minces : n° 515/8 (voir pl. 86, fig. 2) et n° 515/6 (voir pl. 85, fig. 5).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 6.

Fig. F - G - I - J. – Lames minces : n° M 56 k (voir pl. 90, fig. 4), n° M 56 h (voir pl. 90, fig. 3), n° M 56 f (voir pl. 90, fig. 2), n° M 56 a (voir pl. 90, fig. 1).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NAT. UR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 28

Étude du système ligneux primaire dans la ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A. – Coupe transversale de la région médullaire d'une ramification.
Lame mince n° NL 14 (voir pl. 100, fig. 1 et 2).
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 30.

Fig. B. – Course longitudinale des 5 cordons ligneux d'après les coupes transversales sériées n° 124 (voir pl. 96).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie)*.
Niveau : *Koksflöz*.
Collection : *Université de Graz*.
Gr. : = 8,5.

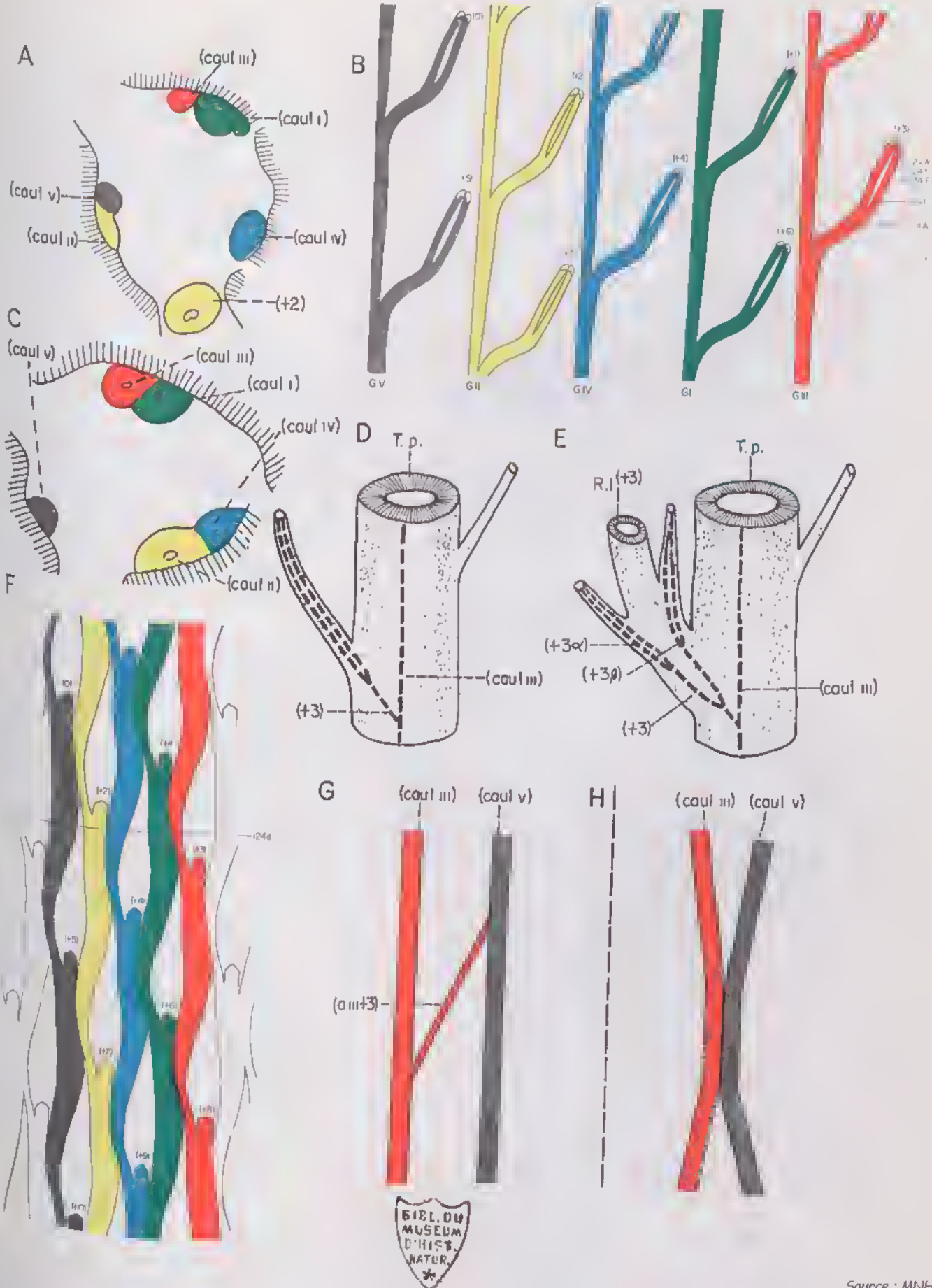
Fig. C. – Coupe transversale de la région médullaire d'une ramification.
Lame mince n° 189 (voir pl. 99, fig. 4).
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (Imperial College)*.
Gr. : = 30.

Fig. D et E. – Course longitudinale du groupe ligneux III lorsque le faisceau sortant (+ 3) innerve soit un pétiole situé uniquement sur la tige principale (fig. D), soit deux pétioles opposés situés à l'intersection de la tige principale et de la ramification axilaire (fig. E).

Fig. F. – Course longitudinale et anastomose des faisceaux périmédullaires d'une ramification d'après la coupe transversale n° 124 a (voir pl. 96, fig. 1). La ligne horizontale indique la position de cette coupe.

Fig. G et H. – Anastomose des faisceaux périmédullaires entre les groupes ligneux III et V dans une tige principale (fig. G) et dans une ramification (fig. H).

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

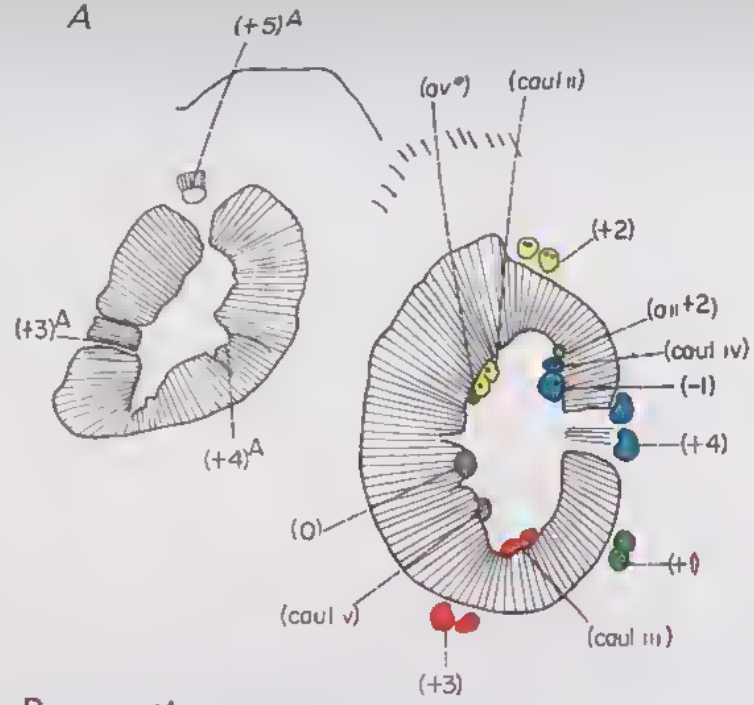
PLANCHE 29

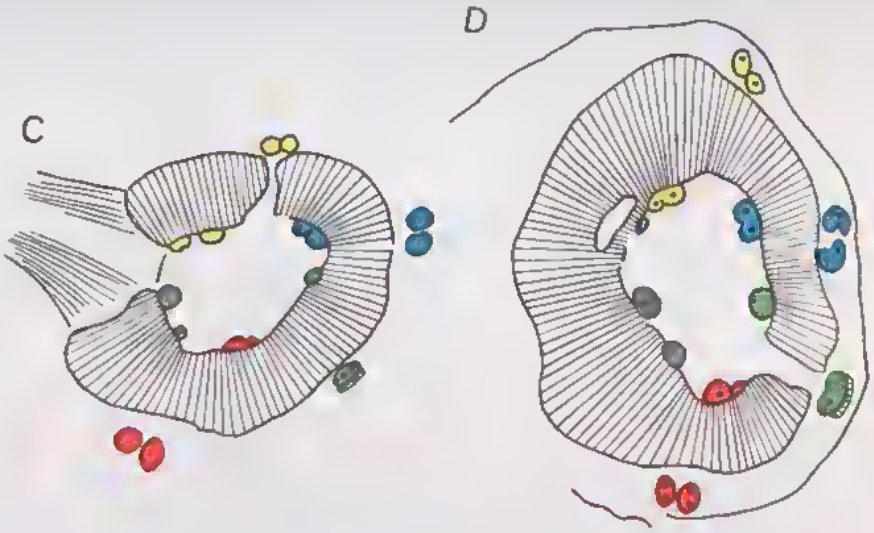
Coupes transversales sériées d'une tige principale
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié
émettant une ramification axilaire du type II.

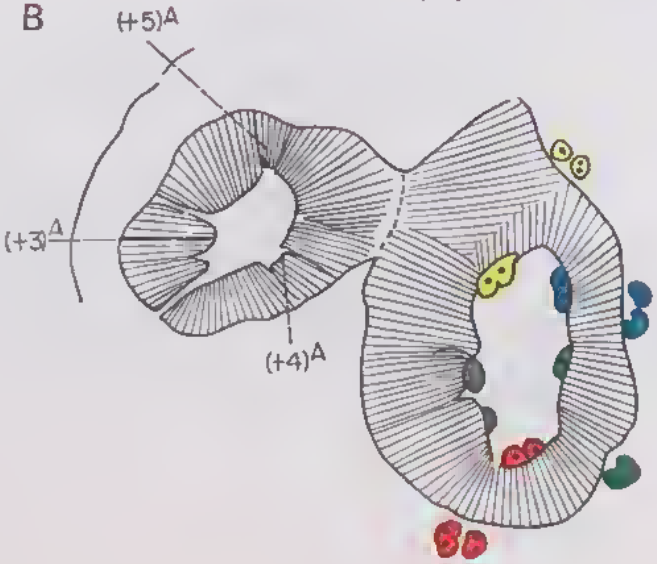
Fig. A à D. – Lames minces : n° 8 (voir pl. 104, fig. 3), n° 7 (voir pl. 104, fig. 1), n° 6 Lx III (voir pl. 103, fig. 2), n° 6 (voir pl. 102, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 4.

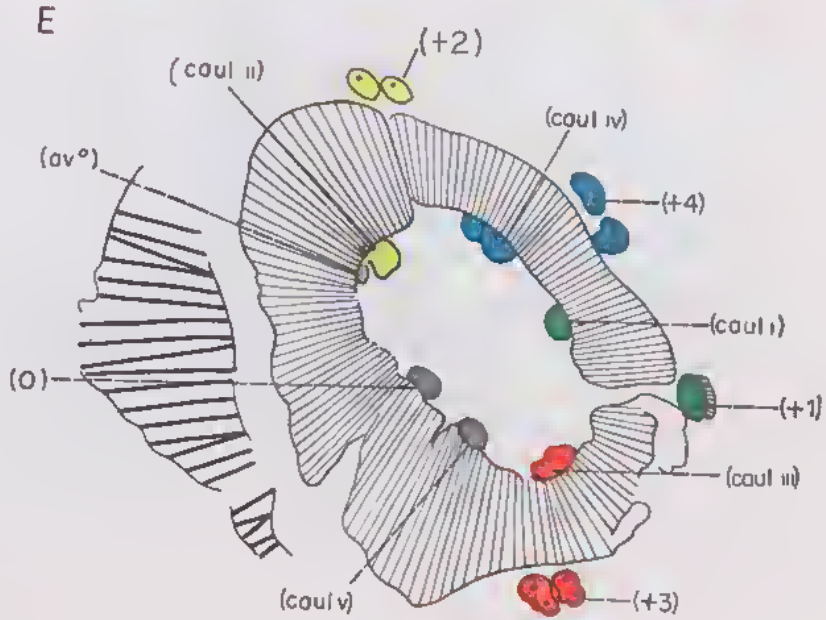
Fig. E. – Lame mince n° 935 (voir pl. 102, fig. 3).
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris









BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

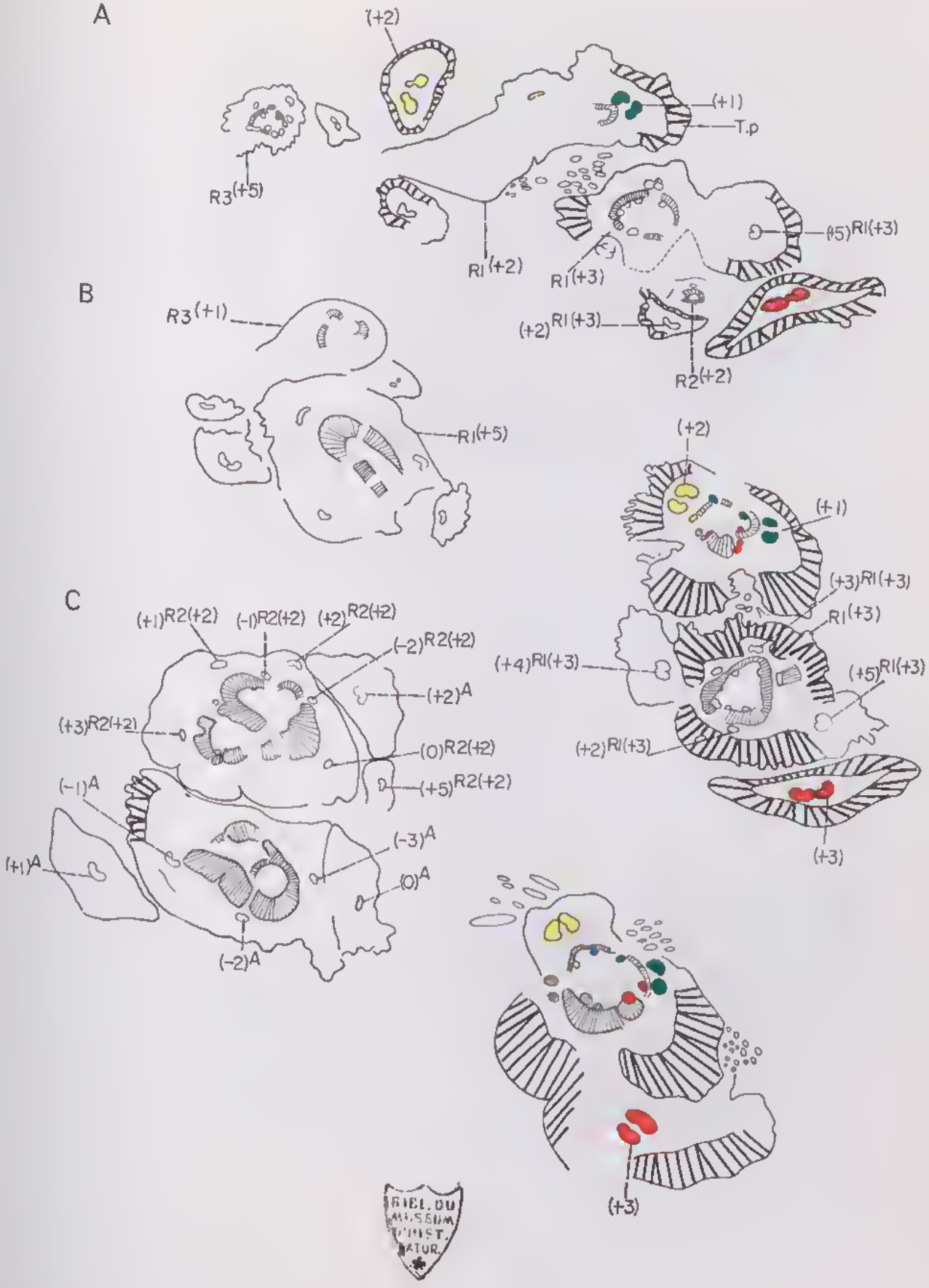
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 30

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axilaire du type II.

Fig. A à C. – Lames minces : n° M 50 ze (voir pl. 109, fig. 3), n° M 50 x (voir pl. 109, fig. 1), n° M 50 w (voir pl. 108, fig. 4).
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



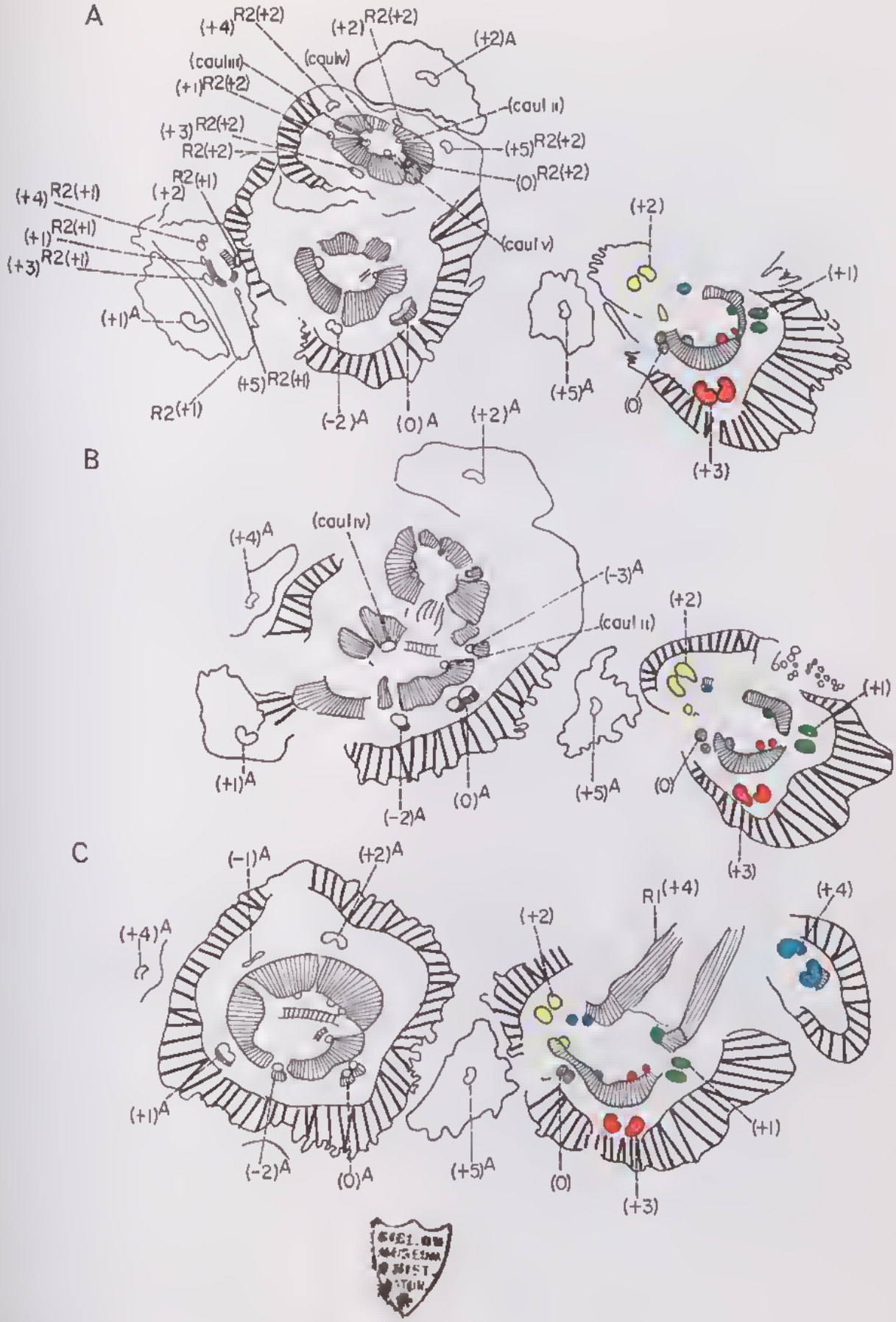
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 31

Coupes transversales sérlées d'une tige principale
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié
émettant une ramification axilaire du type II *(suite)*.

Fig. A à C. – Lames minces : n° M 50 t (voir pl. 108, fig. 2), n° M 50 s (voir pl. 108, fig. 1), n° M 50 q (voir pl. 107, fig. 3).
Origine : *Sharney Ford (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



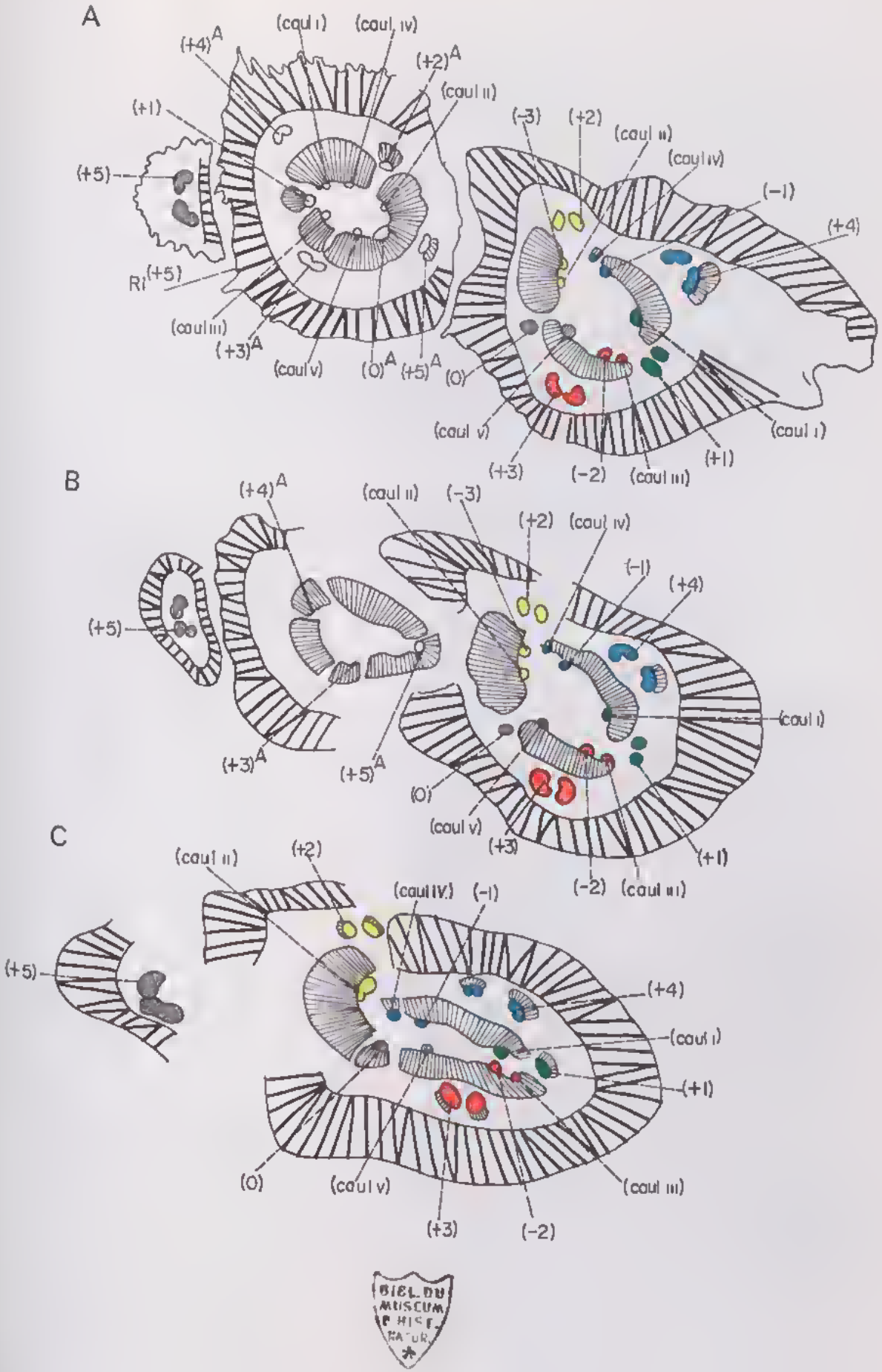
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 32

Coupes transversales sériées d'une tige principale
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié,
émettant une ramification axilaire du type II *(suite)*.

Fig. A à C. – Lames minces : n° M 50 l (voir pl. 106, fig. 4), n° M 50 j (voir pl. 106, fig. 3), n° M 50 d (voir pl. 106, fig. 1).
Origine : *Sharney Ford (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 33

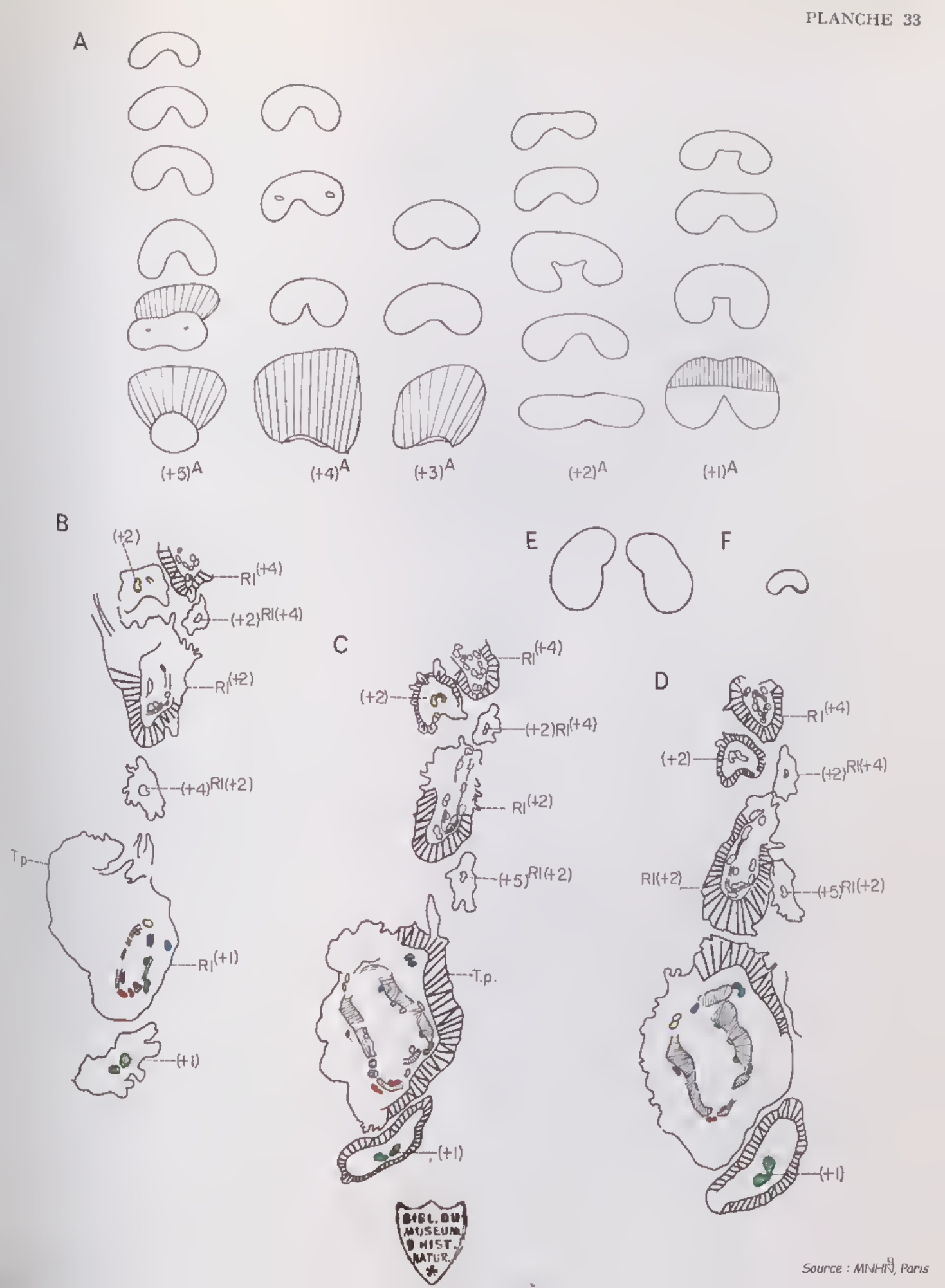
Contour des faisceaux corticaux dans une ramification axilaire du type II et coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axilaire du type II.

Fig. A. – Différents aspects des 5 traces foliaires $(+ 1)^A$ à $(+ 5)^A$ dans les ramifications axilaires des séries de coupes transversales présentées : pl. 29, pl. 30 à 33 et pl. 33 à 35.

Fig. E et F. – Comparaison des faisceaux (+ 4) et (+ 5) innervant les pétioles respectivement situés sur la tige principale et sur la ramification dont l'ensemble est figuré pl. 107, fig. 2.

Fig. B et C. – Coupes transversales sériées.
Lames minces n° M 22 ρ (voir pl. 112, fig. 4), n° M 22 ε (voir pl. 112, fig. 3).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

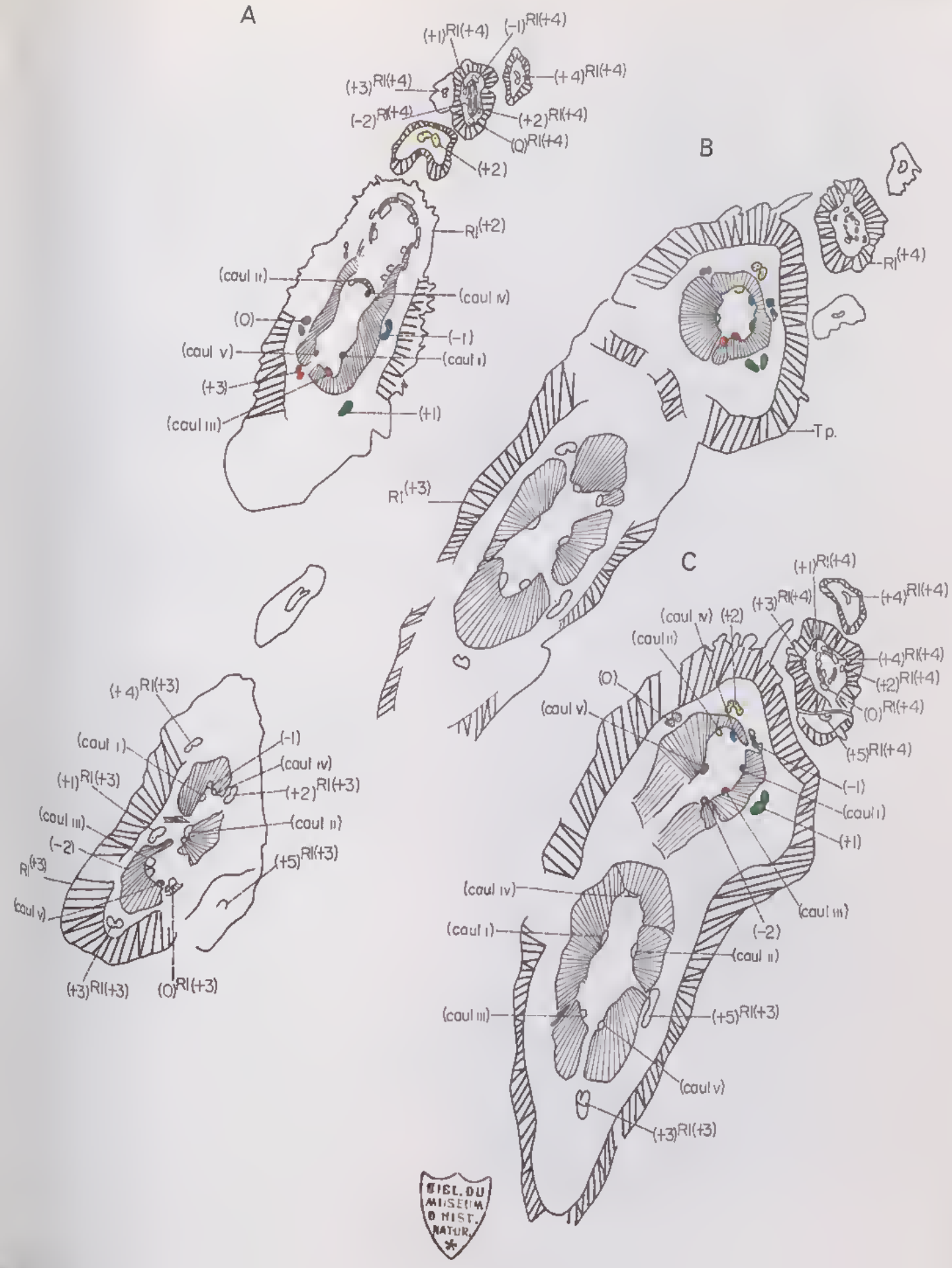
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 34

Coupes transversales sériées d'une tige principale
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié,
émettant une ramification axilaire du type II *(suite)*.

Fig. A à C. – Lames minces : n° M 22 γ (voir pl. 112, fig. 1), n° M 22 ν (voir pl. 111, fig. 3), n° M 22 α (voir pl. 111, fig. 2).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

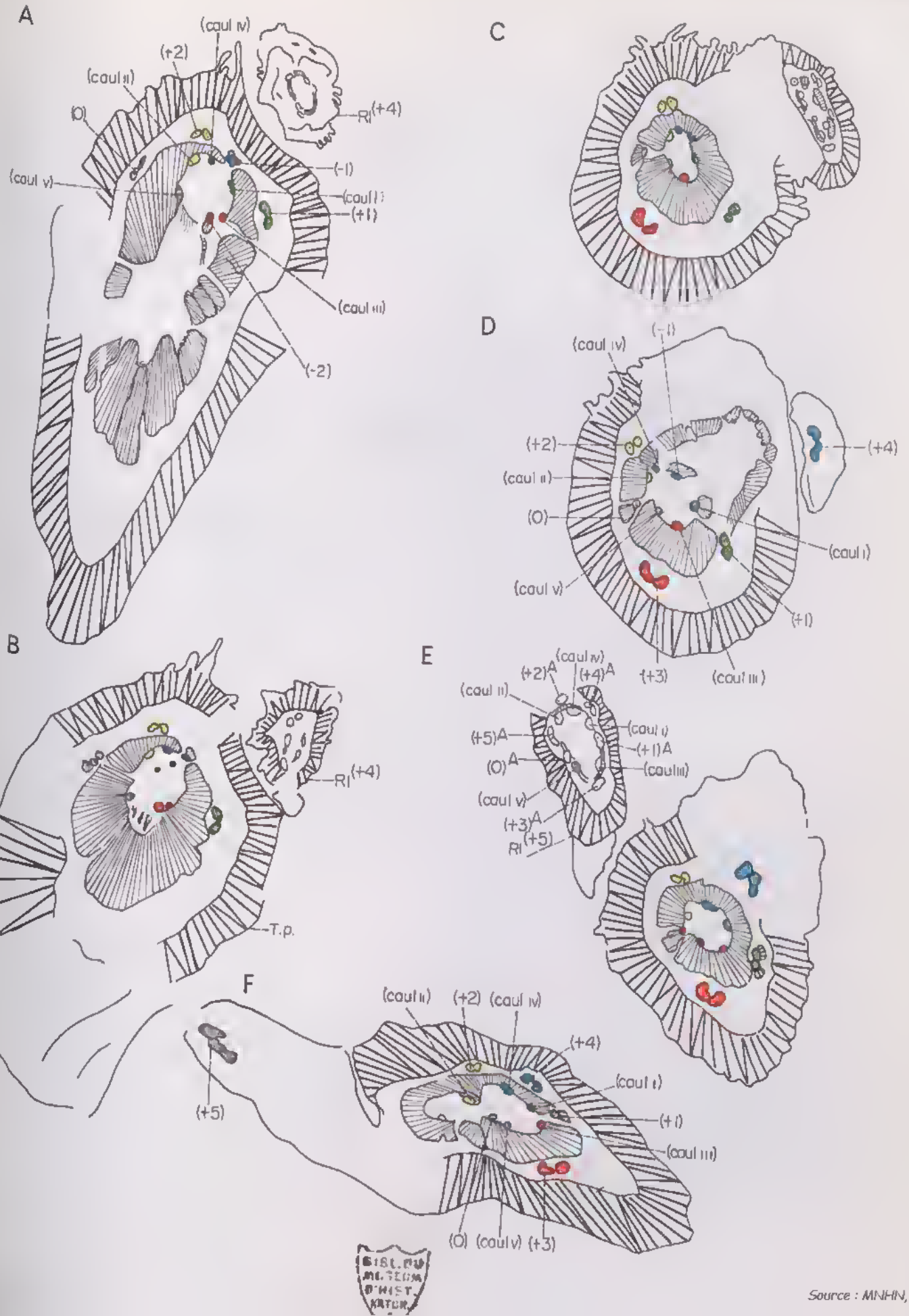
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 35

Coupes transversales sériées d'une tige principale
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié
émettant une ramification axilaire du type II *(suite)*.

Fig. A à F. – Lames minces : n° M 22 t (voir pl. 111, fig. 1), n° M 22 r (voir pl. 110, fig. 5), n° M 22 n (voir pl. 110, fig. 4), n° M 22 l (voir pl. 110, fig. 3), n° M 22 h (voir pl. 110, fig. 2), n° M 22 e (voir pl. 110, fig. 1).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

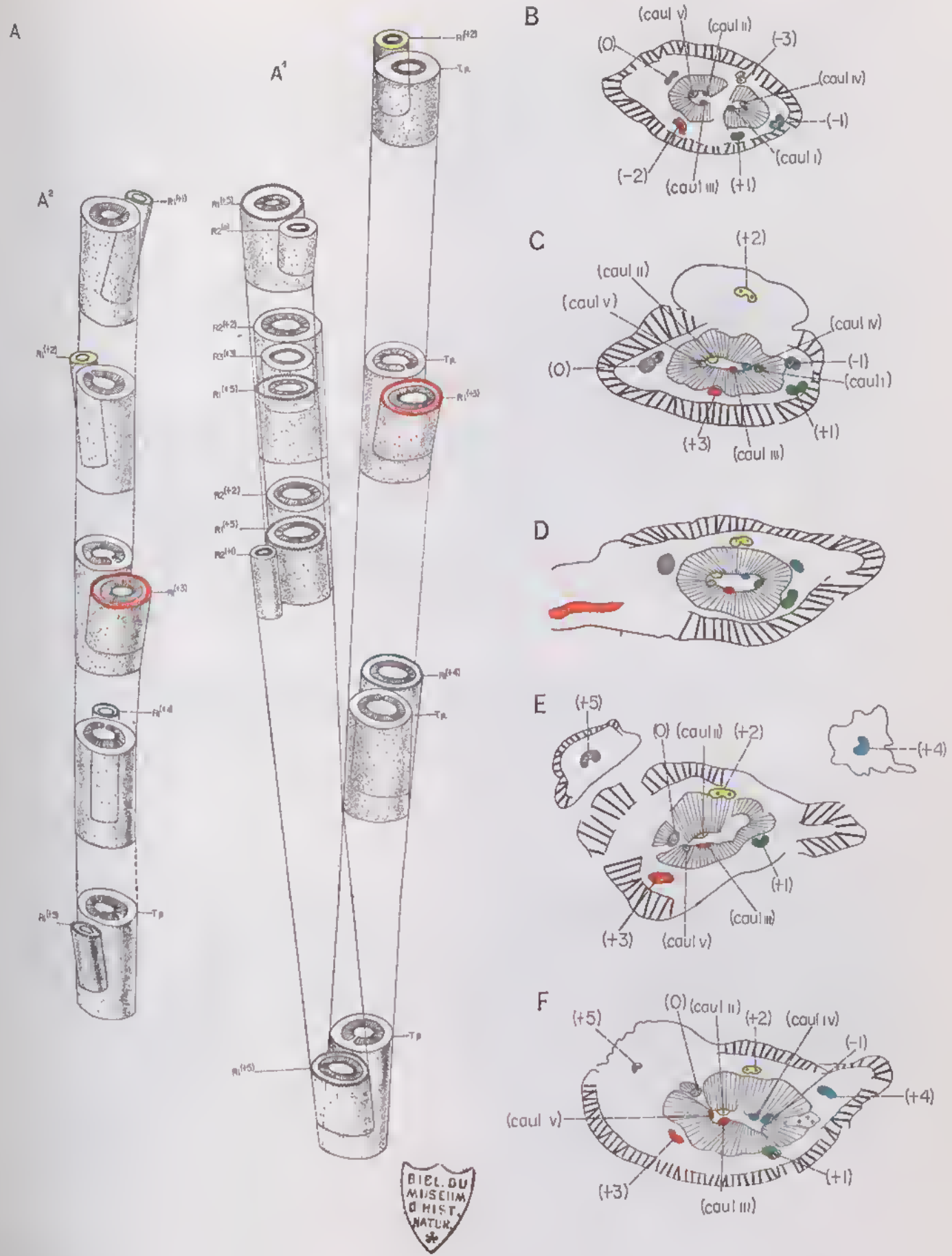
PLANCHE 36

Ramification axillaire du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A^1 et A^2. – Schémas montrant les différences de diamètre des rameaux axilaires issus des tiges principales dans les deux séries de coupes transversales M 22 (fig. A^1) et M 50 (fig. A^2) présentées respectivement pl. 33, fig. B et C, 34, 35 et pl. 30 à 33.

Fig. B à F. – Coupes transversales sériées d'une ramification.
Lames minces : n° M 50 zg, n° M 50 zd, M 50 r, M 50 f, n° M 50 d.
Collection : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 37

Comparaison des deux modes de ramifications et étude des pétioles et des racines adventives chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A. – Différentes parties constitutives d'un pétiole.

Fig. B. – Ordre d'émission des racines sur la tige. Les points d'émission successive de chaque racine, au niveau des faisceaux médullaires sortants de la tige, sont repérés par la couleur correspondant au groupe ligneux auquel appartiennent les faisceaux médullaires respectifs.

Fig. C et D. – Composition des frondes et configuration du système ligneux primaire à la base des pétioles directement supportés soit par la tige principale, soit par la ramification axillaire du type I (fig. C) ou II (fig. D).

Fig. E et F. – Contour de la section d'une racine sur les coupes transversales d'une tige.

Fig. G - H - I. – Configuration du bois I^e dans la région basale des pétioles situés sur la tige principale (fig. G), la ramification axillaire du type I (fig. H), la ramification axillaire du type II (fig. I).

Source : MNHN, Paris

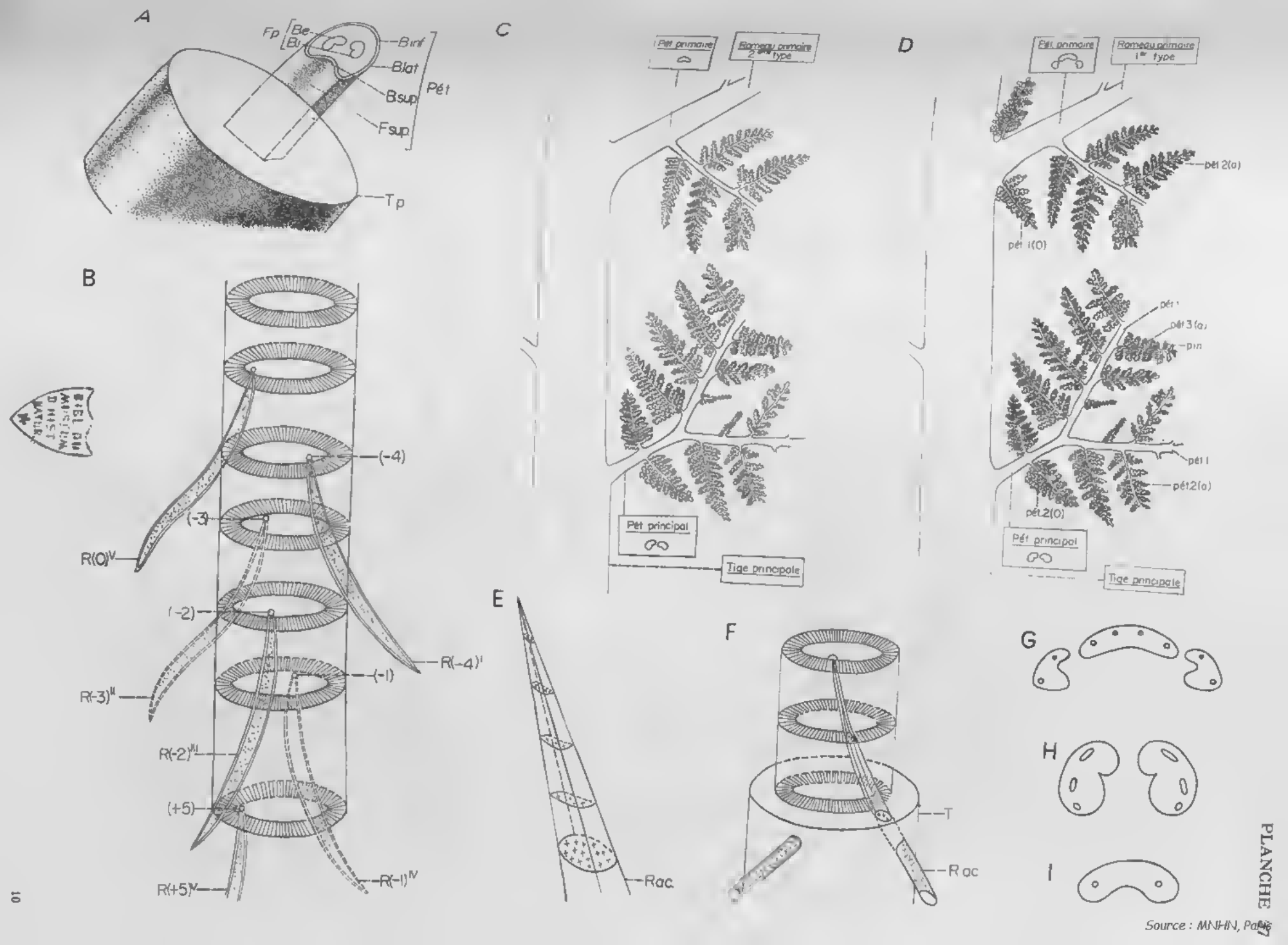


PLANCHE 27

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 38

Étude du bois primaire dans les frondes situées sur la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A à D. – Coupes transversales sériées d'une tige principale et de la base du rachis principal innervé par le faisceau (+ 5).
Lames minces : n° 1856 $1T^3$ (voir pl. 121, fig. 1), n° 1858 $1T^7$ (voir pl. 121, fig. 2), n° 1858 $1T^6$ (voir pl. 121, fig. 3), n° 1858 IT^4 (voir pl. 121, fig. 4).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunégonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. E. – Évolution du faisceau (+ 5) présentée sur les coupes sériées de la figure précédente. (La ligne horizontale discontinue indique le passage du bois 1 de la tige dans la base du rachis.)
Gr. : = 7,5.

Fig. F à V. – Coupes transversales de pétioles isolés.

Fig. F. – Rachis principal.
Peel section n° P.L 1.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Fig. G. – Rachis principal.
Peel section n° P. G^1.
Origine : *Grande-Brelagne.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 6.

Fig. H. – Rachis principal.
Lame mince n° E. B.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 12.

Fig. I. – Rachis principal.
Lame mince n° 101.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunégonde.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 5.

Fig. J. – Rachis principal.
Lame mince n° 49.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Reims.*
Gr. : = 11.

Fig. K. – Rachis principal et rachis secondaire sub opposé.
Peel section n° P 1 (voir pl. 129, fig. 1).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Imperial College).*
Gr. : = 7.

Fig. L - O - U. – Pinnules.
Lame mince n° R 19.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 35.

Fig. M. – Rachis principal.
Lame mince n° 16.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6,5.

Fig. N. – Rachis principal.
Lame mince n° M 50 zg.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 17.

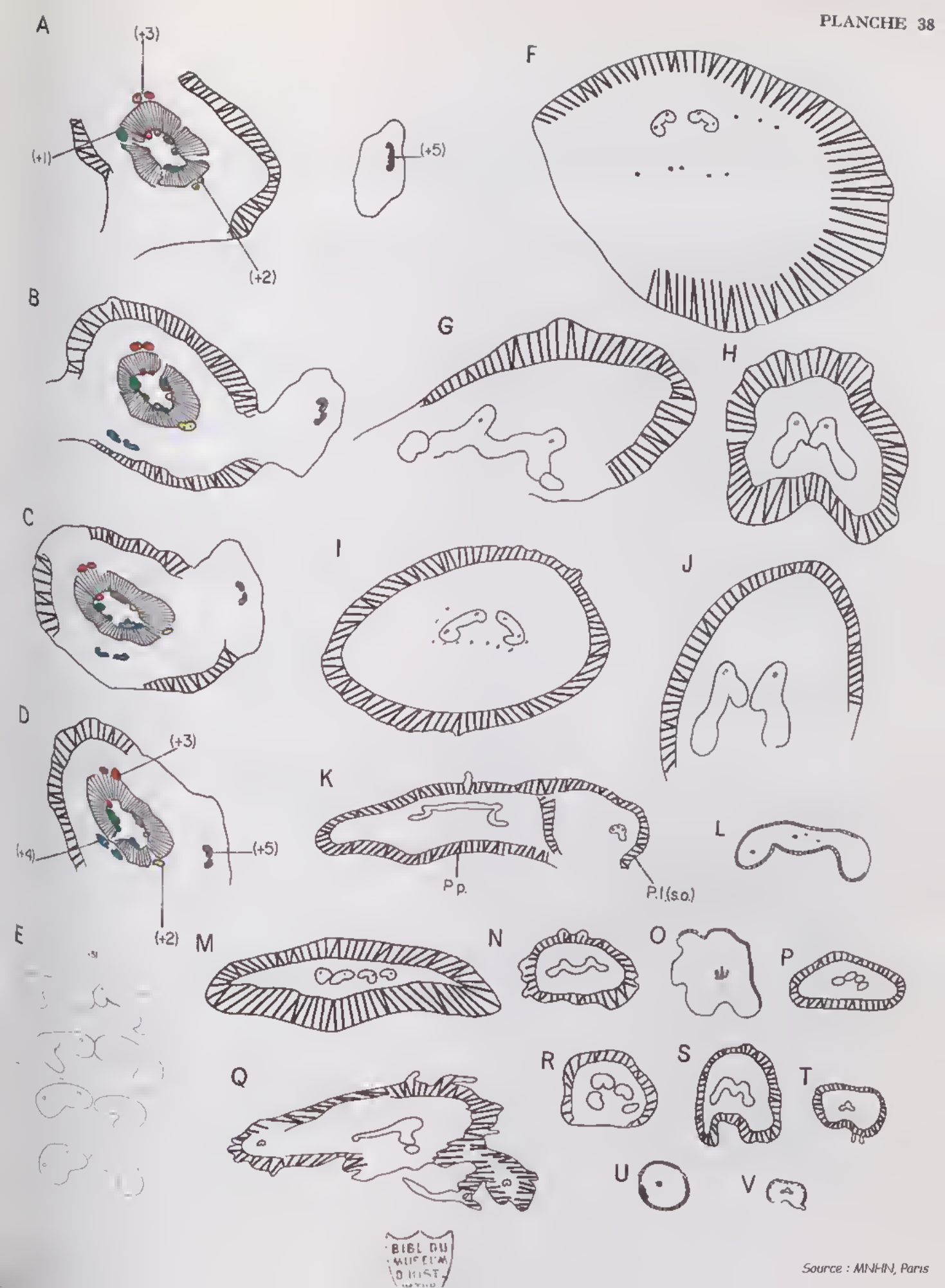
Fig. P et R. – Rachis principal.
Lame mince n° IV (08).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6,5.

Fig. S. – Rachis principal.
Lame mince n° 51.
Origine : *Ostrau.*
Niveau : *Torfdolomit.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 8.

Fig. T. – Rachis secondaire ou tertiaire.
Peel section n° P. L. 4.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 7,5.

Fig. V. – Rachis tertiaire.
Lame mince n° 1354.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D'HIST

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 39

Évolution du système ligneux primaire de la base (fig. T) vers la région moyenne (fig. A) du rachis principal dans une fronde de *Lyginopteris oldhamium* (Binney) Potonié.

Fig. A. – Lame mince n° 19 (voir pl. 129, fig. 4).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. B. – Lame mince n° 78 (voir pl. 128, fig. 5).
Origine : *Shore Lilleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 15.

Fig. C. – Lame mince n° 2506.
Origine : *Hollande.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Institut géologique de Heerlen.*
Gr. : = 15.

Fig. D. – Lame mince n° 49 (voir pl. 128, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Reims.*
Gr. : = 15.

Fig. E. – Lame mince n° E B.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 15.

Fig. F. – Peel section P L 1.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. G. – Lame mince n° 32 (voir pl. 126, fig. 3).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. H. – Lame mince n° 16.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. I. – Lame mince n° 109 I B/20.
Origine : *Cheratte.*
Niveau : *Bouxharmont.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 15.

Fig. J. Lame mince n° 101.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 15.

Fig. K. Lame mince n° 1856 I T[4] (voir pl. 122, fig. 1).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunégonde.*
Gr. : = 15.

Fig. L. – Lame mince n° 101 K.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 15.

Fig. M. Lame mince n° 83.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Institut géologique d'Heerlen.*
Gr. : = 15.

Fig. N. Lame mince n° 3078 (voir pl. 125, fig. 1).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

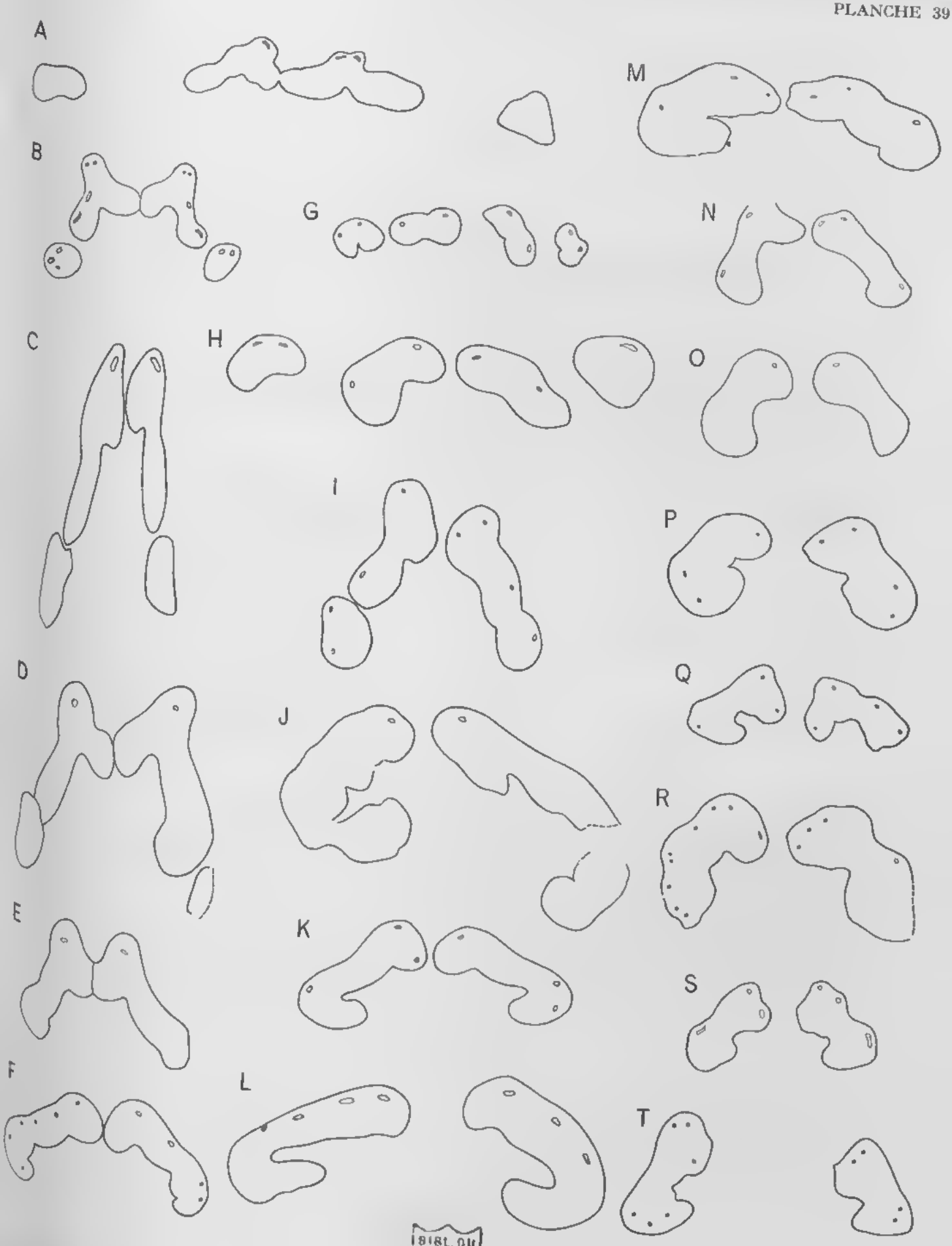
Fig. O. – Lame mince n° M 4 (voir pl. 123, fig. 3).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. P. – Lame mince n° 82.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Institut géologique d'Heerlen.*
Gr. : = 15.

Fig. Q et R - S. – Lame mince n° 48.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Reims.*
Gr. : = 15.

Fig. T. – Lame mince n° 74 Lx II (voir pl. 00).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 40

Évolution du système ligneux primaire de la région moyenne (fig. P) vers le sommet du rachis principal dans une fronde de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A et C. – Lame mince n° M 25 b et M 25 a (voir pl. 131, fig. 6).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. B et D. – Lame mince n° 22 Lx I (voir pl. 131, fig. 3 et 5).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. E. – Lame mince n° M 0 14 (voir pl. 131, fig. 1).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. F. – Peel section n° P G^1.
Origine : *Grande-Bretagne.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 15.

Fig. G. – Lame mince n° 1 (voir pl. 129, fig. 2 et pl. 130, fig. 3).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. H. – Peel section n° 1 (voir pl. 129, fig. 1).
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Imperial College).*
Gr. : = 15.

Fig. I. – Lame mince n° 24 Lx I (voir pl. 129, fig. 3 et pl. 130, fig. 2).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. J - K - L. – Peel section n° 215 b face C, n° 215 a face C et n° 215 a face A.
Origine : *Belgique.*
Niveau : *Kalharina.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 15.

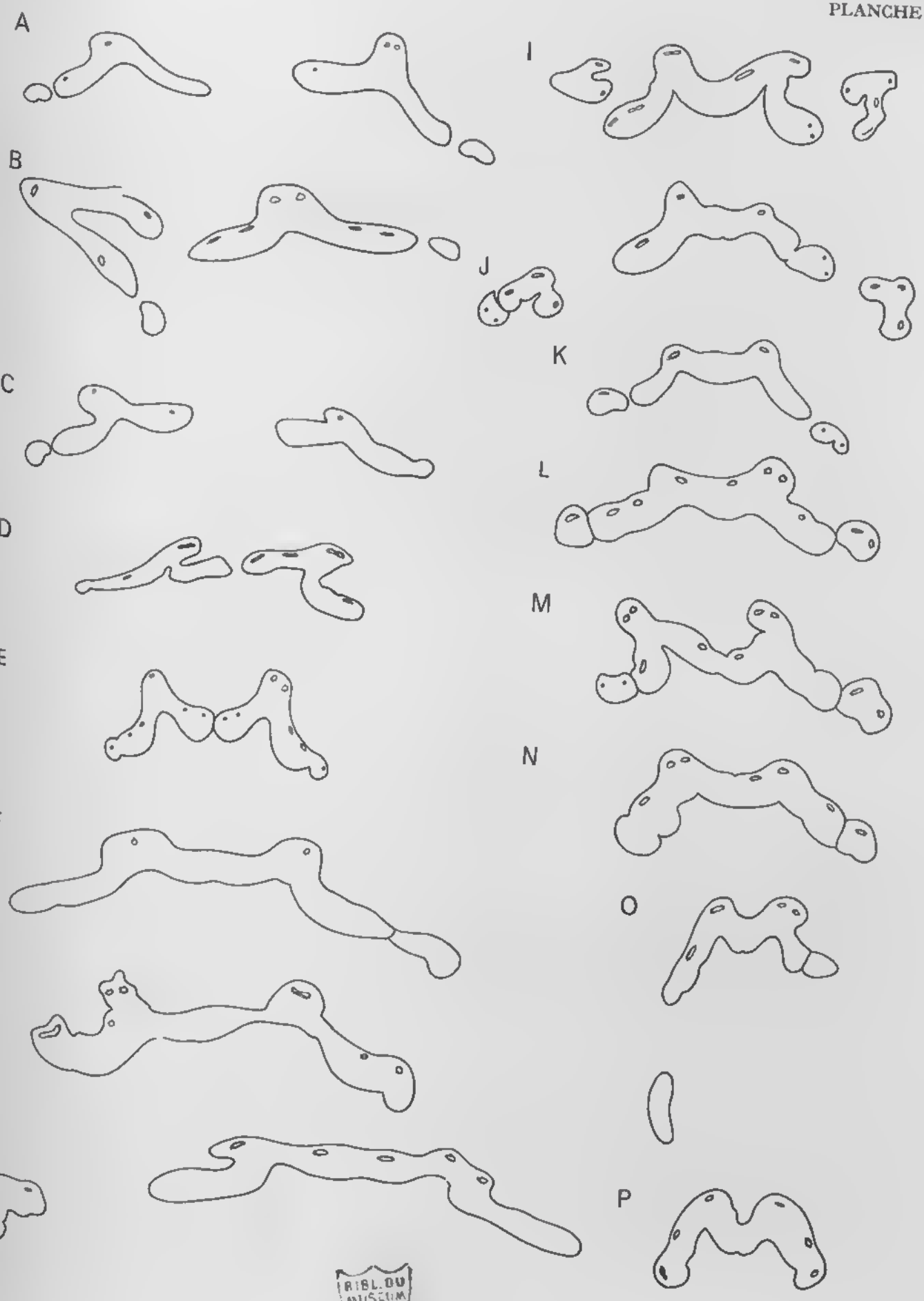
Fig. M. – Peel section n° P G^3.
Origine : *Grande-Bretagne.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 15.

Fig. N. – Lame mince n° 39 (voir pl. 128, fig. 4).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. O. – Lame mince n° 24.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 15.

Fig. P. – Lame mince n° 51.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Reims.*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 41

Évolution du système ligneux primaire dans la fronde de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A et B. – Coupe transversale et anatomie d'une pinnule.
Lame mince n° 78.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 50 et 350.

Fig. C - D - E et F. – Portions de bois 1 destinées à innerver les aphlébies. Les parties hachurées correspondent à ces portions.
Lames minces : n° 27 Lx I (voir pl. 133, fig. 2) et n° 24 Lx I (voir pl. 130, fig. 2).
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 12,5.

Fig. G à I. – Mise en évidence de la formation du faisceau en « w » renversé et des faisceaux latéraux qui accompagnent les extrémités basales (fig. H) à partir des deux faisceaux initiaux du rachis principal (fig. I) par la méthode de superposition (fig. G).
Lames minces n° 24 Lx I (voir pl. 130, fig. 2) et 1856 I T^3 (voir pl. 122, fig. 1).
Gr. : = 12,5.

Fig. J - K - M - P - S. – Mise en évidence de la prolifération des extrémités basales du système ligneux dans les sections horizontales sériées (fig. J - M - P - S) du rachis principal par la méthode de superposition (fig. K). Sur la figure K les 2 éléments de droite des figures S et M sont superposés.
Peel section n° 101 face C (fig. S) à 101 face A (fig. J).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7,5 et 15.

Fig. L^1 à L^8. – Coupes transversales sériées du bois primaire inclus dans un rachis principal.
Lames minces n° M 50 g, n° M 50 i, n° M 50 q.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. N - O - Q - R. – Coupes transversales sériées d'un pétiole principal (fig. N et Q) pourvu de deux éléments ligneux dont l'extrémité basale de l'un détache un faisceau destiné à innerver un pétiole latéral.
Peels sections n° 109 B/90 (fig. N et O), n° 109 B/20 (fig. Q et R).
Origine : *Cheralle.*
Niveau : *Bouxharmont.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 1,5 et 15.

Fig. T^1 à T^{21}
Évolution du système ligneux primaire d'après les coupes transversales des pétioles primaire (T^{21}) secondaire et d'ordre supérieur (T^1).

Fig. T^1 - T^{20}. – Lame mince n° 1 a 17.

Fig. T^2 - T^3. – Lame mince n° 17.

Fig. T^{11}. – Lame mince n° 31 (voir pl. 135, fig. 7).

Fig. T^{19}. – Peel section n° P L 1.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. T^3 - T^5 - T^{10}. – Lame mince n° 85.

Fig. T^9. – Lame mince n° 82.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Institut géologique d'Heerlen.*
Gr. : = 15.

Fig. T^4. – Lame mince n° 78.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 15.

Fig. T^{13} – T^{15} - T^{16} - T^{17} - T^{18}. – Peel section n° 109.
Origine : *Cheralte (Belgique).*
Niveau : *Bouxharmont.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 10.

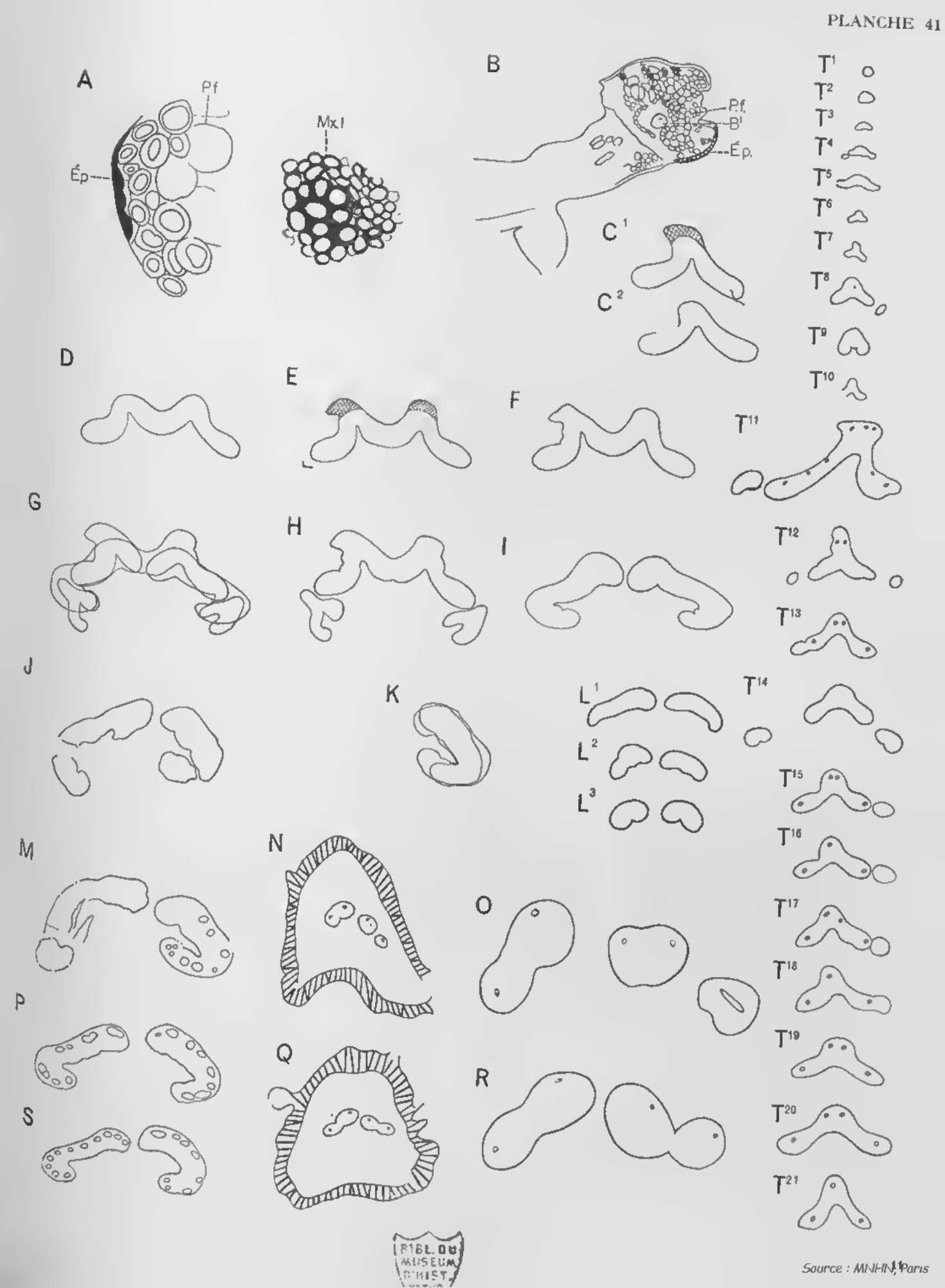
Fig. T^7 – T^{12}. – Lames minces n° 38, n° N 13 (voir pl. 134, fig. 3).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 15.

Fig. T^6. – Lame mince n° 253.
Origine : *Grande-Bretagne.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 15.

Fig. T^{14}. – Lame mince n° 33 (voir pl. 133, fig. 3).
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut géologique de Krefeld.*
Gr. : = 9.

Fig. T^{21}. – Lame mince n° 19 (voir pl. 133, fig. 4).
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Institut géologique de Krefeld.*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris



MUSEUM D'HIST. NAT.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 42

Tiges de *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* KUBART ou ramifications axiiaires du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

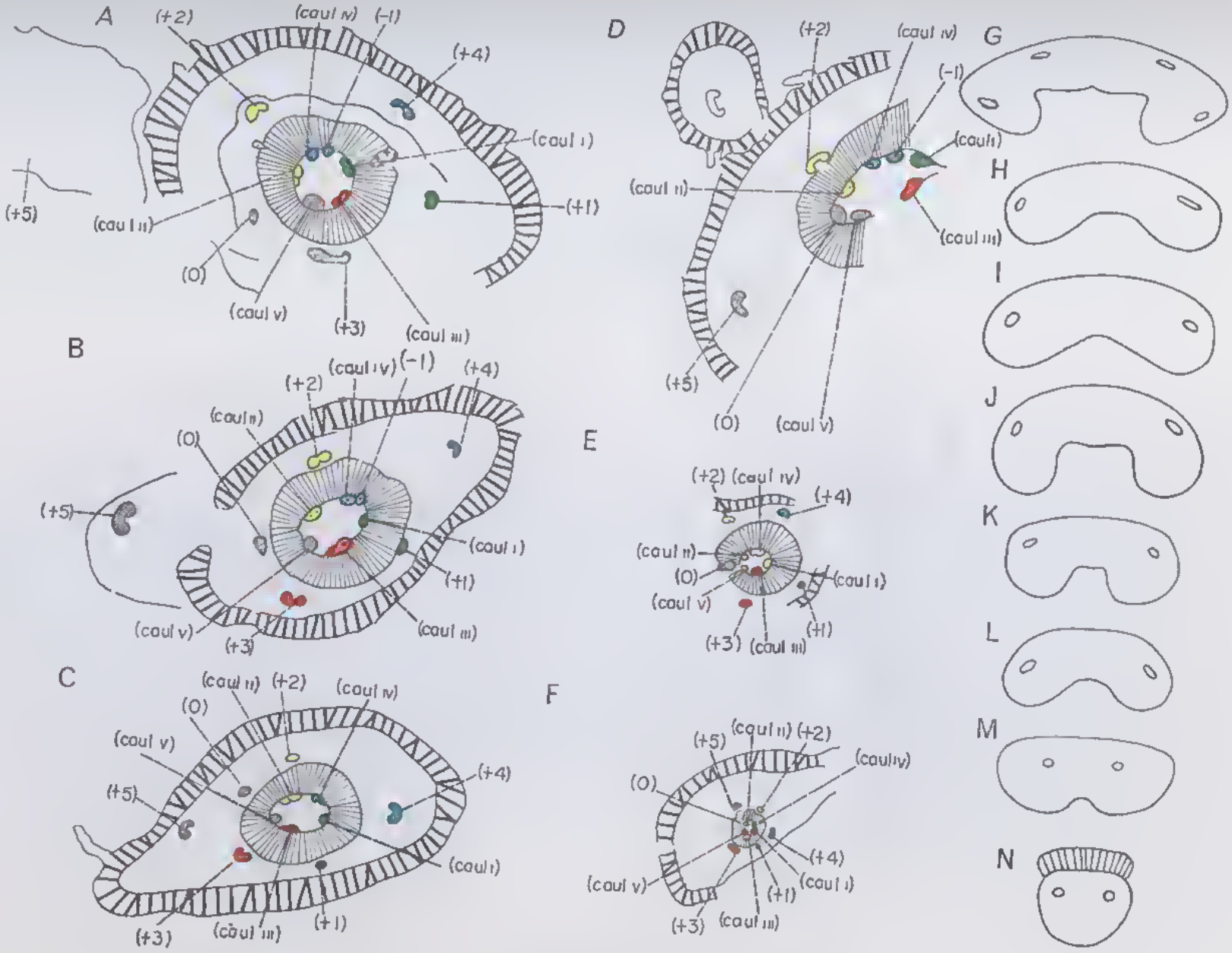
FIG. A à F. – Coupes transversales de tiges.

Lames minces n° 135 y (voir pl. 140, fig. 1), n° 261 (voir pl. 140, fig. 4), n° 28 C 295 (voir pl. 140, fig. 2 et 3), n° 114 d.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 4 et 5 (fig. E).

FIG. G à N. – Reconstitution de l'évolution d'un cordon ligneux d'après les coupes transversales de tiges.

Les faisceaux présentés de G à N sont les suivants : (+ 5) (voir pl. 140, fig. 2), (+ 4) (voir pl. 140, fig. 1), (+ 3) (voir pl. 141, fig. 5), (+ 5) et (+ 2) (voir pl. 140, fig. 4), (+ 3) (+ 2 et (+ 1) (voir pl. 141, fig. 2).
Gr. : = 20 env.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATLE.

PLANCHE 42

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 43

Tiges de *Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioides* KUBART ou ramifications axilaires du type I1 chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. A à E. – Coupes transversales de tiges.

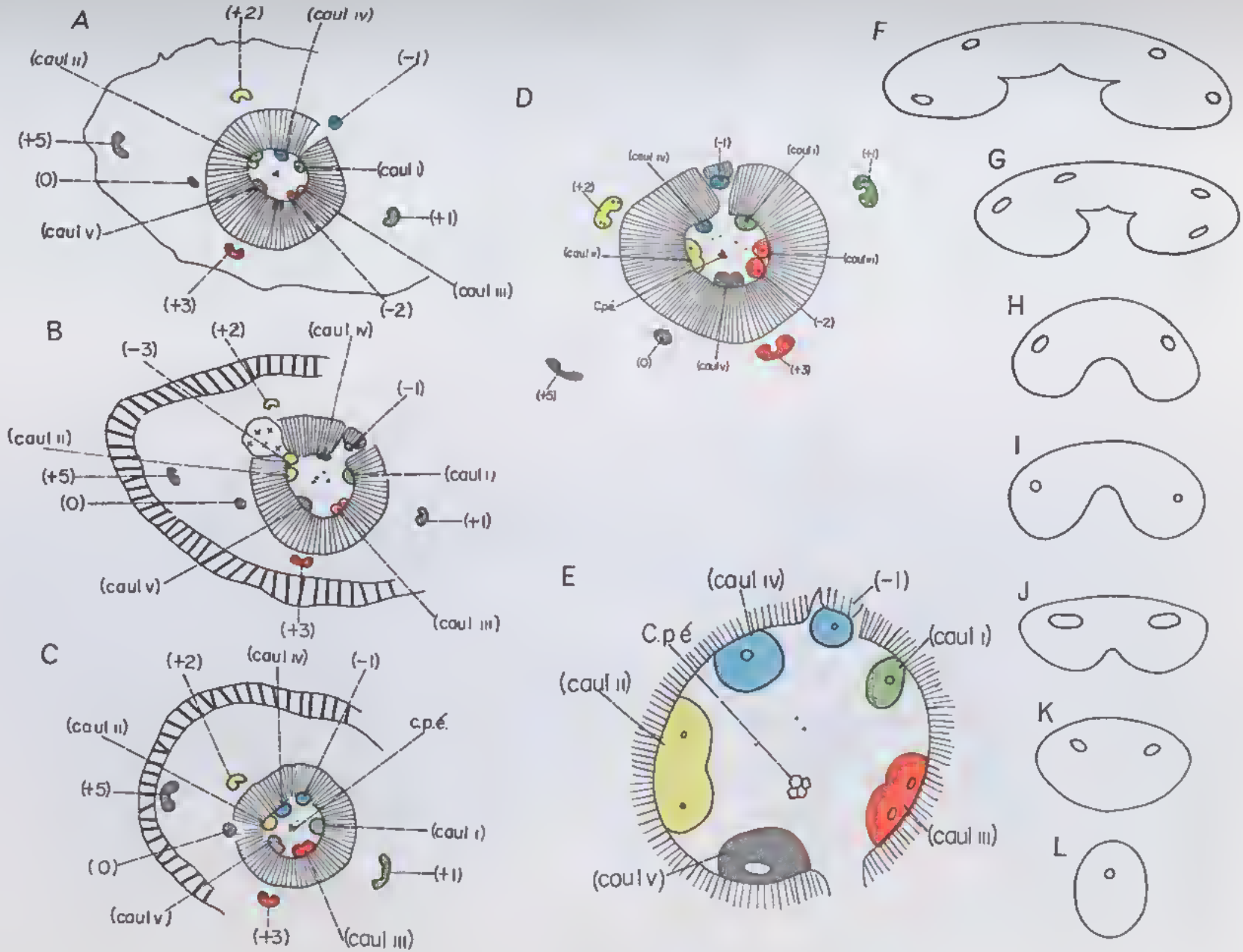
FIG. A et B. – Lames minces n° 90 M 112, n° 90 C.

FIG. C et E. – Lame mince n° b (voir pl. 143, fig. 1).

FIG. D. – Lame mince n° 3457 (voir pl. 142, fig. 1).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6 et 45.

FIG. F à L. – Évolution d'un cordon ligneux d'après les coupes transversales de tiges.
Les faisceaux présentés de F à L sont les suivants : (+ 5) (voir pl. 142, fig. 1), (+ 5) (voir pl. 143, fig. 1 et 2), (+ 2) (voir pl. 143, fig. 3), (+ 3) et (+ 1) (lame mince n° 90 T), (0) (voir pl. 142, fig. 1), (+ 1) (lame mince n° 90 T).
Gr. : = 20 env.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

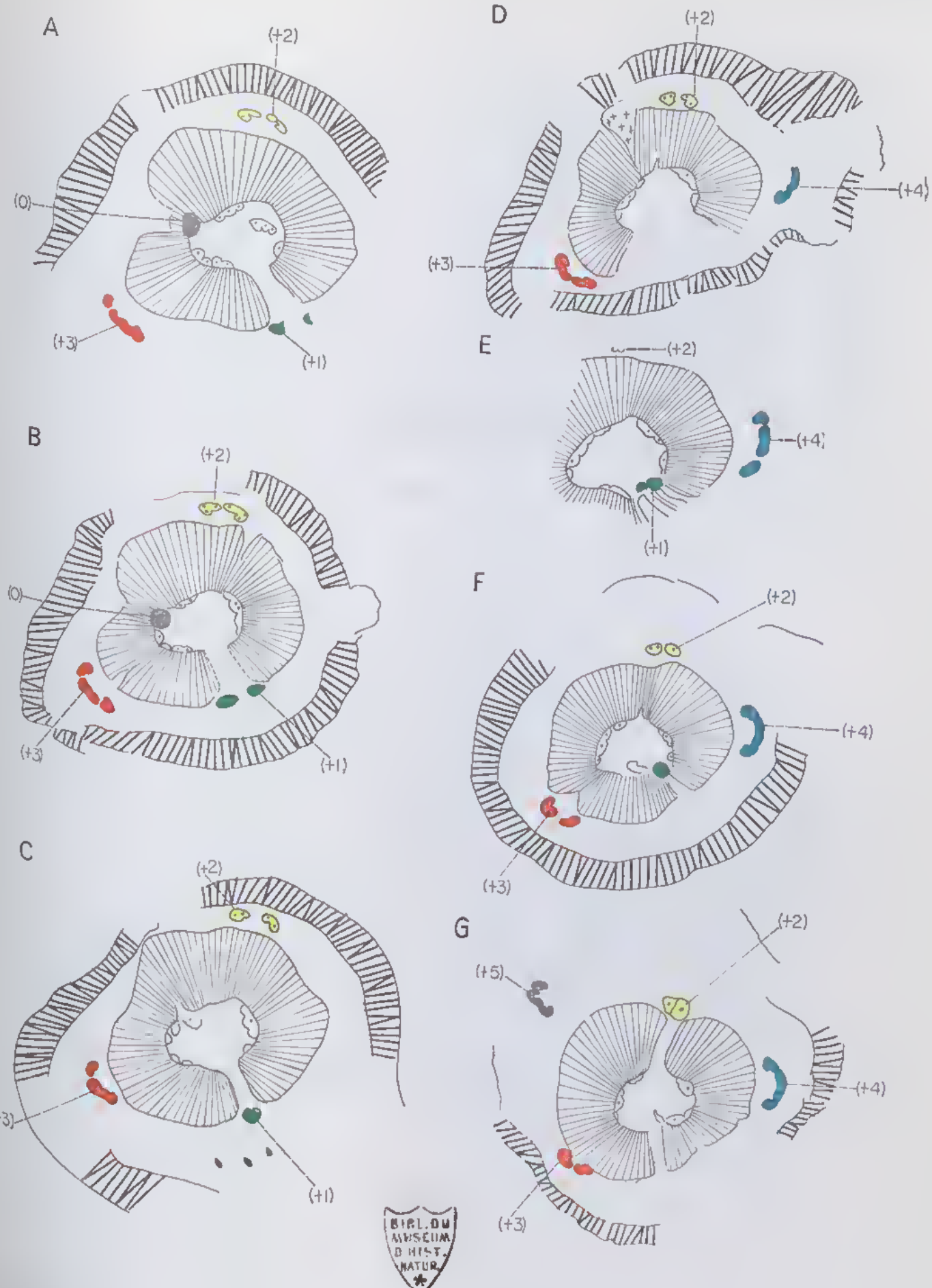
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 44

Coupes transversales sériées d'une tige de *Lyginopteris (= Lyginodindron) austriacum* KUBART ou ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. A à G. – Lames minces : n° 25 (39), n° 2 R (37) (voir pl. 145, fig. 2), n° 2 Q (6), n° 2 O (4) (voir pl. 146, fig. 1), n° 2 N (3) (voir pl. 148, fig. 2), n° 2 M (2) (voir pl. 148, fig. 1), n° 2 K 155 (voir pl. 146, fig. 2).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 2,25.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

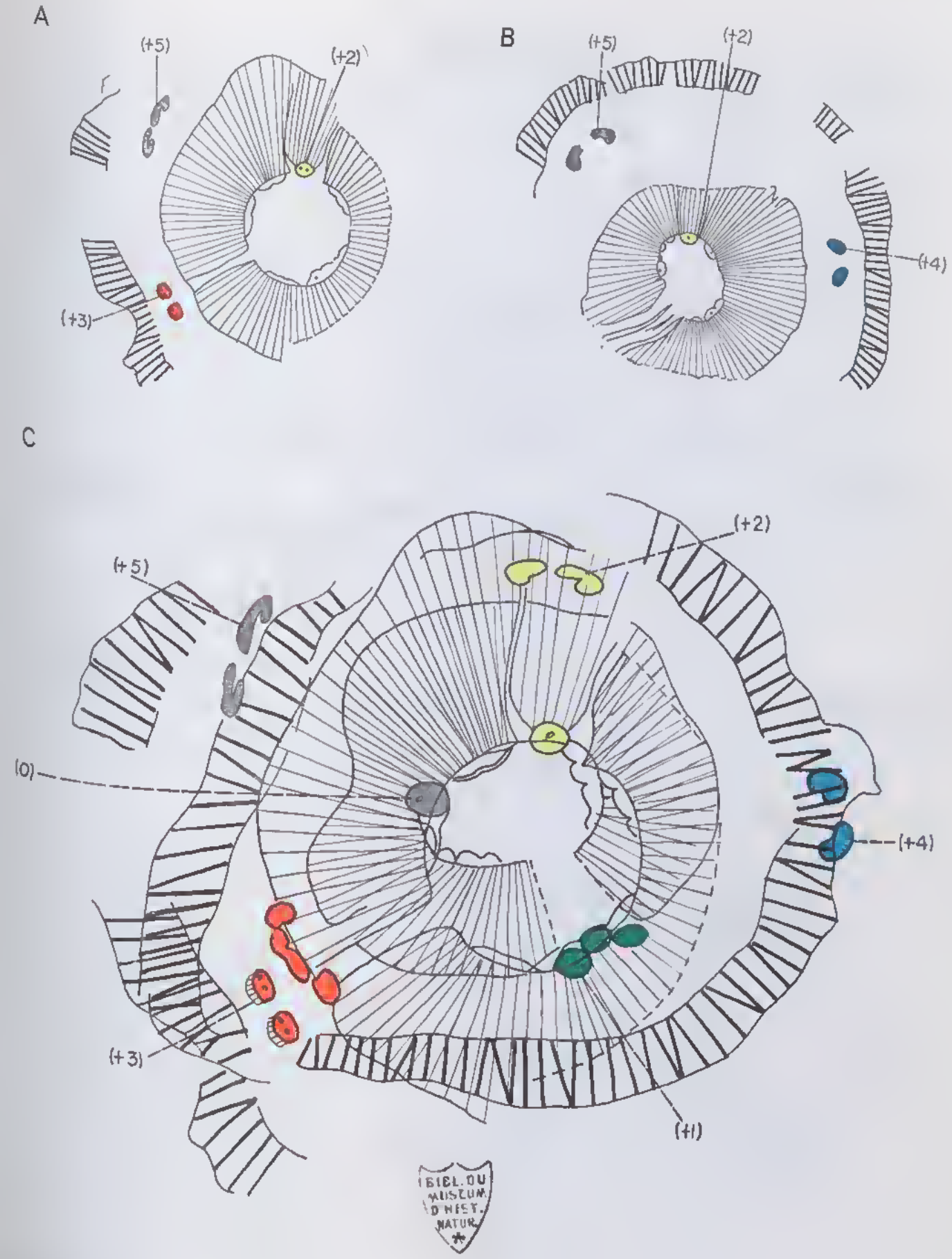
PLANCHE 45

Étude des tiges de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart ou ramification axillaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A et B. – Coupes transversales sériées de tiges (suite de la planche précédente).
Lames minces : n° 53 V (306) (voir pl. 147, fig. 1), n° 9 (voir pl. 147, fig. 2).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 2,25.

Fig. C. – Mise en évidence de l'existence de cinq groupes ligneux par superposition des coupes transversales de tiges n° 53 V (306) (voir pl. 147, fig. 1 et pl. 45, fig. A) et n° 25 (39) (voir pl. 44, fig. A).
Gr. : = 5,5.

Source : MNHN, Paris



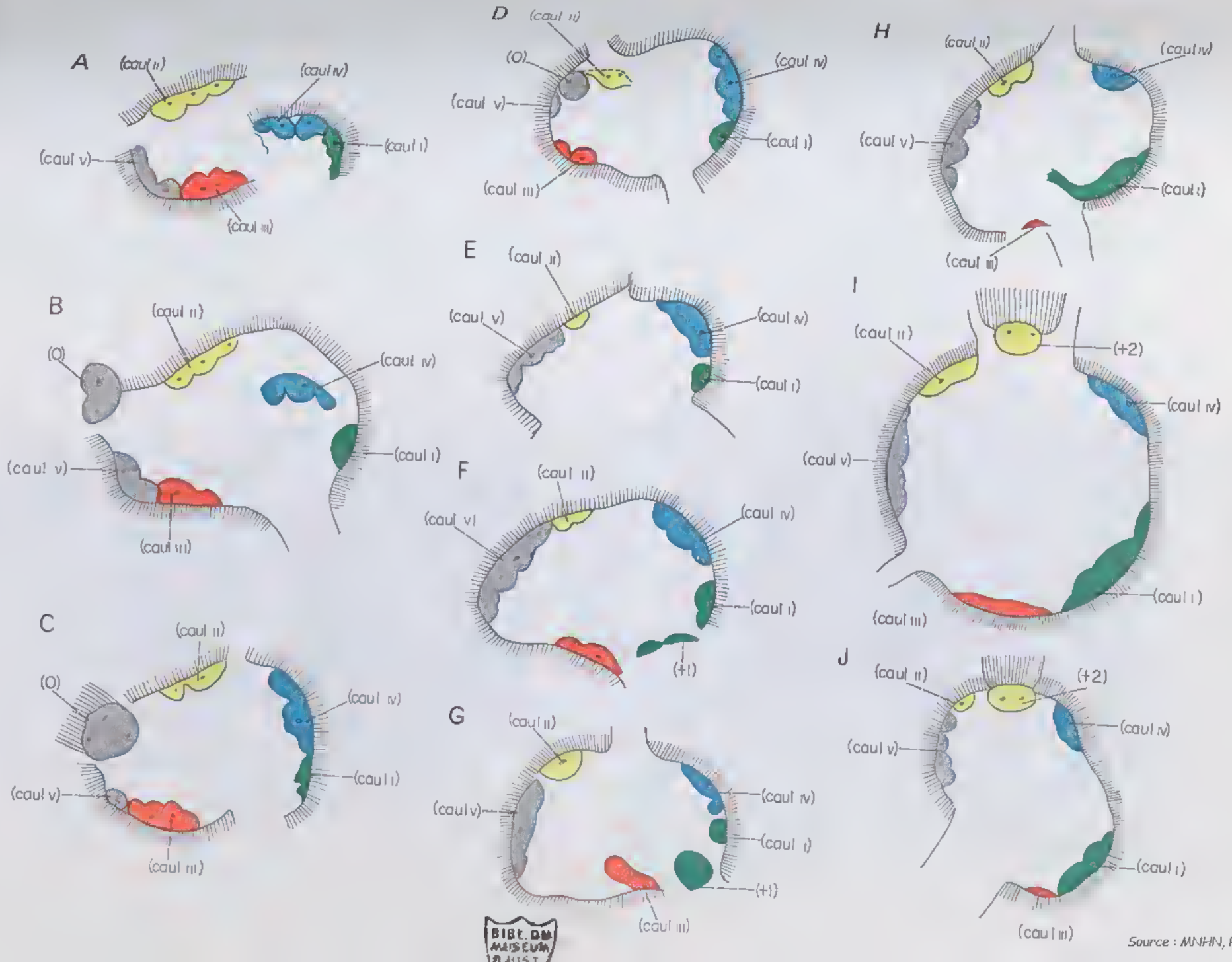
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 46

Évolution du système ligneux primaire périmédullaire d'après les coupes transversales sériées d'une tige de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart ou ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. A à J. – Lames minces : n° 2 F (157), n° 25 (39) (voir pl. 44, fig. A), n° 2 R (37) (voir pl. 44, fig. B et 145, fig. 2), n° 2 Q (6) (voir pl. 44, fig. C), n° 2 O (4) (voir pl. 44, fig. D et pl. 146, fig. 1), n° 2 N (3) (voir pl. 44, fig. E), n° 2 M (2) (voir pl. 44, fig. F), n° 2 K 155 (voir pl. 44, fig. G et pl. 146, fig. 2), n° 53 V (306) (voir pl. 45, fig. A et pl. 147, fig. 1), n° 9 (voir pl. 45, fig. B et pl. 147, fig. 2).
Gr. : = 15 env.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NAT.

PLANCHE 3

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 47

Évolution du système ligneux primaire dans la tige et les pétioles de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* KUBART ou ramification axilaire du type 1 chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. A^1 à A^{16}. – Coupes transversales des faisceaux d'un cordon ligneux quelconque de la tige suivant leur évolution dans le parcours moelle (fig. A^{16}) - base du rachis (fig. A^1).

Lames minces : n° 2 N (3) (voir pl. 148, fig. 2), n° 25 (39) (voir pl. 44, fig. A), n° 2 R (37) (voir pl. 44, fig. B et 145, fig. 2), n° 2 M (2) (voir pl. 148, fig. 1), n° 2 K 155 (voir pl. 44, fig. G et pl. 146, fig. 2), n° 75 M 98 (voir pl. 148, fig. 3), n° 135 y (voir pl. 148, fig. 4), n° 2 O (4) (voir pl. 44, fig. D et pl. 146, fig. 1), n° 135 y (voir pl. 148, fig. 4), n° 2 R (37) (voir pl. 44, fig. B et 145, fig. 2), n° 2 Q (6) (voir pl. 44, fig. C), n° 2 K 155 (voir pl. 44, fig. G et pl. 146, fig. 2), n° 53 V (306) (voir pl. 45, fig. A et pl. 147, fig. 1), n° 2 M (2), n° 2 K 155 (voir pl. 44, fig. G et pl. 146, fig. 2), n° 2 M (2).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 14 env.

FIG. G. – Variations de la configuration de certains faisceaux corticaux, au moment de leur entrée dans un rachis.

FIG. G^1. – Lame mince n° 1856.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 14 env.

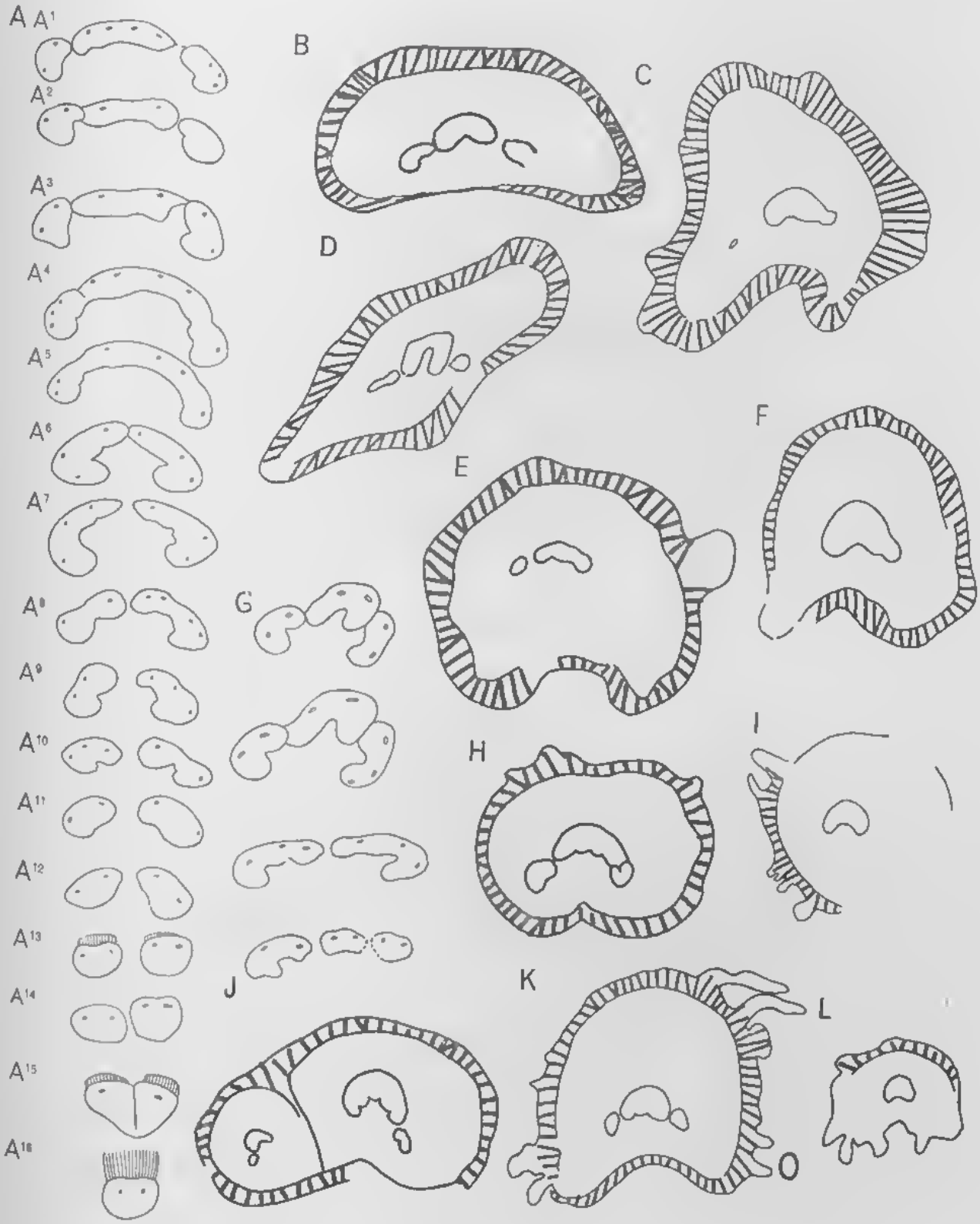
FIG. G^2 à G^4. – Lames minces : n° 2 Y (154), n° 53 V (306) (voir pl. 45, fig. A et pl. 147, fig. 1), n° 25 (39) (voir pl. 44, fig. A).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 14 env.

FIG. B - C - D - E - F - H - I - J - K. – Coupes transversales de pétioles.

FIG. B et D. – Lames minces : n° 1729 $1T^s$, 1729 R^1 (voir pl. 149, fig. 1).
Origine : *Ostrau.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 18 et 12.

FIG. C à M. – Lames minces : n° 66 M (88), n° 78 a, n° 63 (voir pl. 149, fig. 2), n° 107 S (voir pl. 149, fig. 7), n° 124 f (voir pl. 149, fig. 4), n° 124 w (voir pl. 149, fig. 5), n° N 13 (voir pl. 149, fig. 3), n° 107 S (181), n° 78 a.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 20, 30, 12, 12,5, 10, 12,5, 12, 15, 15.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 48

Étude de la tige de *Lyginopteris corsini* nov. sp.

Fig. A à H. – Coupes transversales des faisceaux d'un cordon ligneux quelconque d'une tige suivant leur évolution dans le parcours moelle (fig. H) - base du rachis (fig. A).
Lames minces : n°s 41, 43, 44, 46 (voir pl. 48, fig. I à L, pl. 149, fig. 8 et pl. 150, fig. 1 - 2 - 3).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

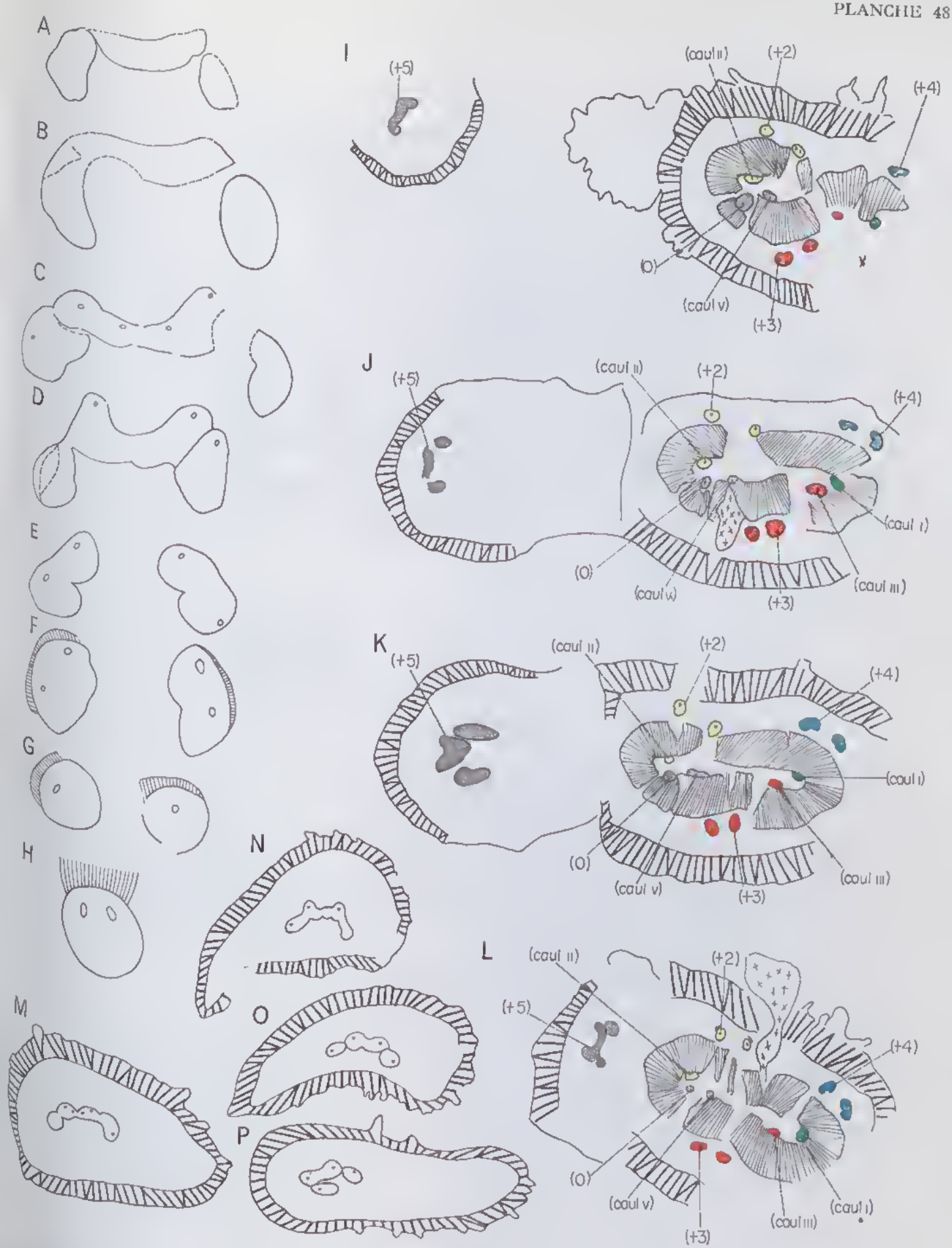
Fig. I à L. – Coupes transversales sériées d'une tige.
Lames minces : n° 46 (voir pl. 149, fig. 8), n° 44 (voir pl. 150, fig. 1), n° 43 (voir pl. 150, fig. 2), n° 41 (voir pl. 150, fig. 3).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Fig. M à P. – Coupes transversales des pétioles.

Fig. M et P. – Lames minces n° 8 M et 46.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 10 env.

Fig. O et N. – Peels sections n° 216 b face A, n° 216 a face C.
Origine : *Belgique.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 10 env.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 49

Racines adventives et bois primaire dans la tige et les pétioles de *Lyginopteris corsini* nov. sp.

Fig. A à F. – Coupes transversales sériées d'une tige pourvue de racines adventives. Leurs sections figurées par des croix sont colorées suivant la couleur du caulinaire au niveau duquel elles prennent naissance.
Lames minces n° 46, n° 44, n° 43, n° 41 (voir pl. 48, fig. I à L).
Gr. : = 2,5.

Fig. F - G et H. – Coupes transversales des faisceaux d'un cordon ligneux suivant leur évolution dans la tige (fig. ^{15}) et les pétioles (fig. F^{1}).

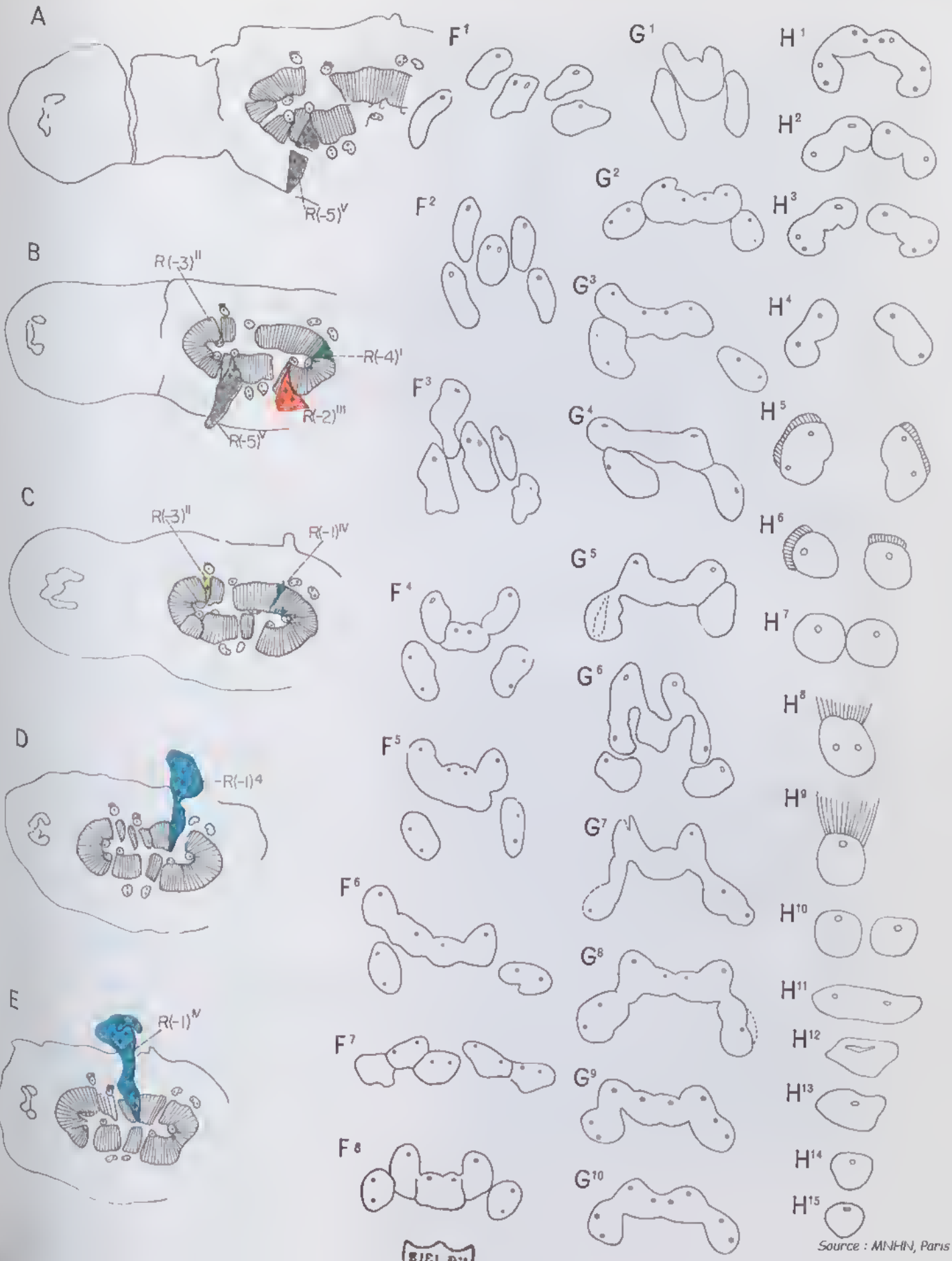
Fig. F^{1} à F^{6} et F^{7} - F^{8} - G^{1} - G^{9}. – Lames minces : n° 104 R (375), n° 45 K (66), n° 54 (voir pl. 151, fig. 5), n° 54 face C, n° 54 face A (voir pl. 151, fig. 7), n° 91 a (voir pl. 151, fig. 6), n° 101 a = 105 k (voir pl. 151, fig. 2), n° 43, n° EG.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7 env.

Fig. F^{6} - G^{5} - G^{6}. – Lames minces n° E B (voir pl. 151, fig. 5), n° 8 M (fig. G^{3} et G^{5}).
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 7 env.

Fig. G^{5} - G^{10} - H^{1}. – Lames minces : n° 216 a face C, n° 216 b face A, n° 216 b face C.
Origine : *Belgique.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 7 env.

Fig. G^{4} - G^{5} - G^{6} et H^{3} à H^{16}. – Lames minces n° 46 (voir pl. 149, fig. 8), n° 41 (voir pl. 150, fig. 3), n° 48 (voir pl. 151, fig. 3) et n^{os} 41, 43, 44, 46 (voir pl. 48, fig. I à L).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 7 env.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 50

Coupes transversales sérlées ou non des pétioles
de *Lyginopteris kubarti* nov. sp.

Fig. A^1 - A^3 - B - C^1 - C^3 - E - F - G - H. – Rachis primaire.
Lames minces : n° 94 et 94 a, n° N 13, n° 124 et 124, n° 2657 (voir pl. 154, fig. 3), n° 101, n° 40 a, n° 1856 IT^6.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6,5.

Fig. D^1 à D^6 - J à G et S à T. – Rachis principal.
Lames minces : n° 40 a, n° 243, n° 66, n° 51, n° 40 a face B, n° 1858 III Q^6, n° 124 r.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6,5.

Fig. R. - Peel section n° P. L 1.
Origine : *Grande-Bretagne.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6,5.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

PLANCHE 51

Étude du bois primaire des pétioles de *Lyginopteris kubarti* nov. sp. et des tiges et pétioles de *Lyginopteris* sp. I et II.

Fig. A - B - C. – Coupes transversales des faisceaux suivant leur évolution dans la fronde de *L. kubarti*.

Fig. A^6 à A^8. – Base du rachis principal.

Fig. A^1 - B^2 à B^4. – Région moyenne de rachis principal.

Fig. B^3 à B^1. – Région supérieure du rachis principal.

Fig. C^7 à C^1. – Rachis primaire.
Lames minces : n° 1856 IT^4 (voir pl. 152, fig. 1), n° 124 e, n° 124 f, n° 1858 II P, n° 1858 III Q^4 (voir pl. 152, fig. 4), n° 95, n° 116 y (324) n° 1856 IT^4 (voir pl. 153, fig. 2), n° 54 a, 124 d, n° 124 k (382), n° 2 N (3), n° 243 (voir pl. 152, fig. 3), n° 1858 IIT^3, n° N 13, n° 1246 (348), n° 124 r (349), n° 124 f (299), n° 101 face B, n° 1856 IT^3, n° 86 a.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz* sauf pour les deux dernières lames qui proviennent de l'*Université de Lille* (fig. C^2) et de l'*Institut géologique d'Heerlen* (fig. C^1).
Gr. : = 14 env.

Fig. D - I et J. – Coupes transversales du système ligneux des pétioles de *Lyginopteris* sp. I.
Lames minces : n° 10 k (voir pl. 157, fig. 2), n° 55 c (voir pl. 157, fig. 1).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 20.

Fig. E. – Coupe transversale du faisceau (+ 5) dans la tige de *Lyginopteris* sp. II.
Lame mince n° 23 (voir pl. 158, fig. 3).
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Munich.*
Gr. : = 20.

Fig. F - G et H. – Morphologie comparée des faisceaux situés dans les rachis primaires de *Lyginopteris oldhamia*, *Lyginopteris kubarti* et *Lyginorachis tailiana*.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

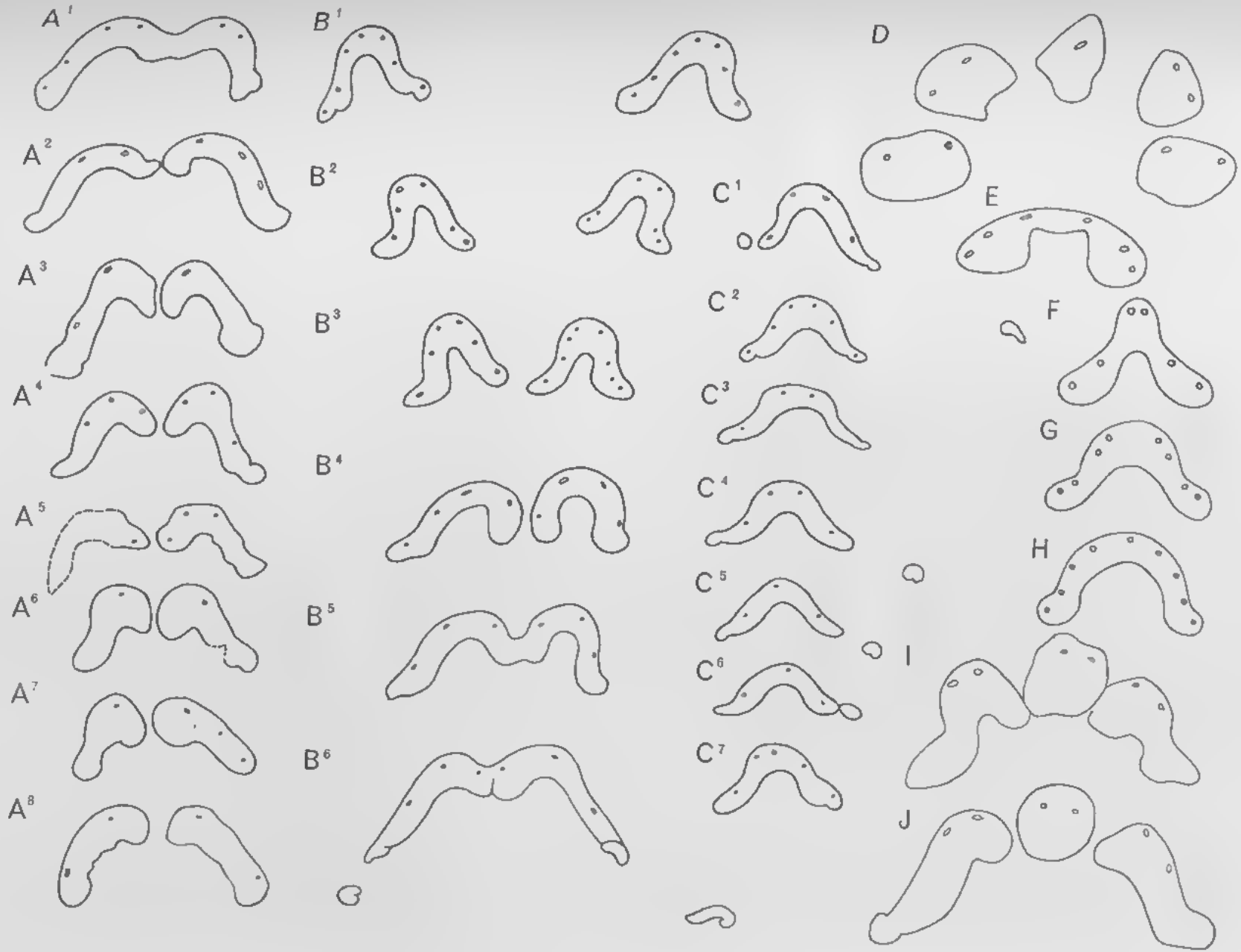


PLANCHE 51

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 52

Comparaison de la course longitudinale d'un cordon ligneux primaire dans la tige et les pétioles de *Lyginopteris* POTONIÉ.

FIG. A - B - C. – *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

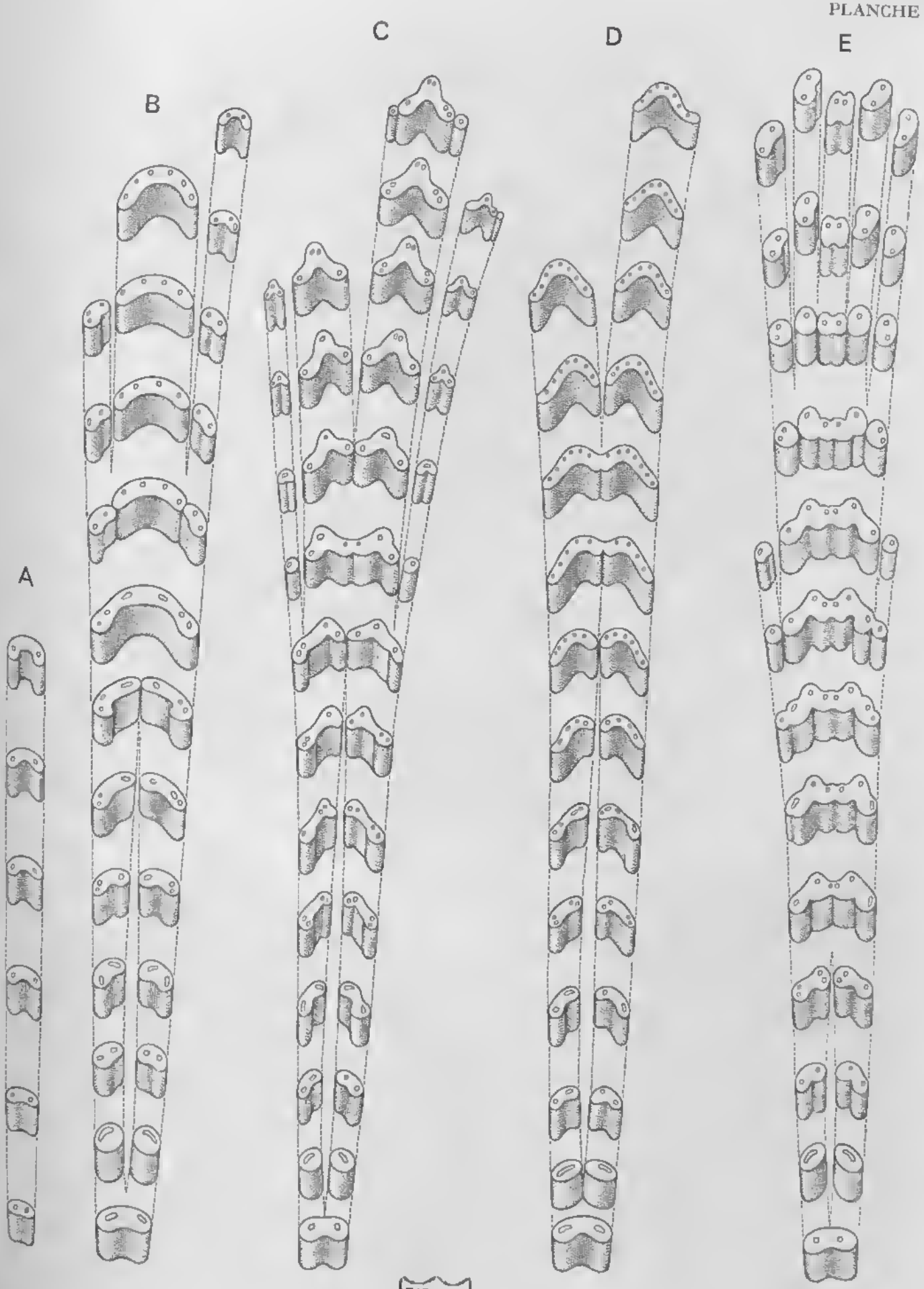
FIG. A. – Ramification axillaire du type II ou *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* KUBART.

FIG. B. – Ramification axillaire du type I ou *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* KUBART.

FIG. C. – La tige principale.

FIG. D. – *Lyginopteris kubarti nov. sp.*

FIG. E. – *Lyginopteris corsini nov. sp.*

Source : MNHN, Paris

BIBL DU MUSEUM D'HIST NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 53

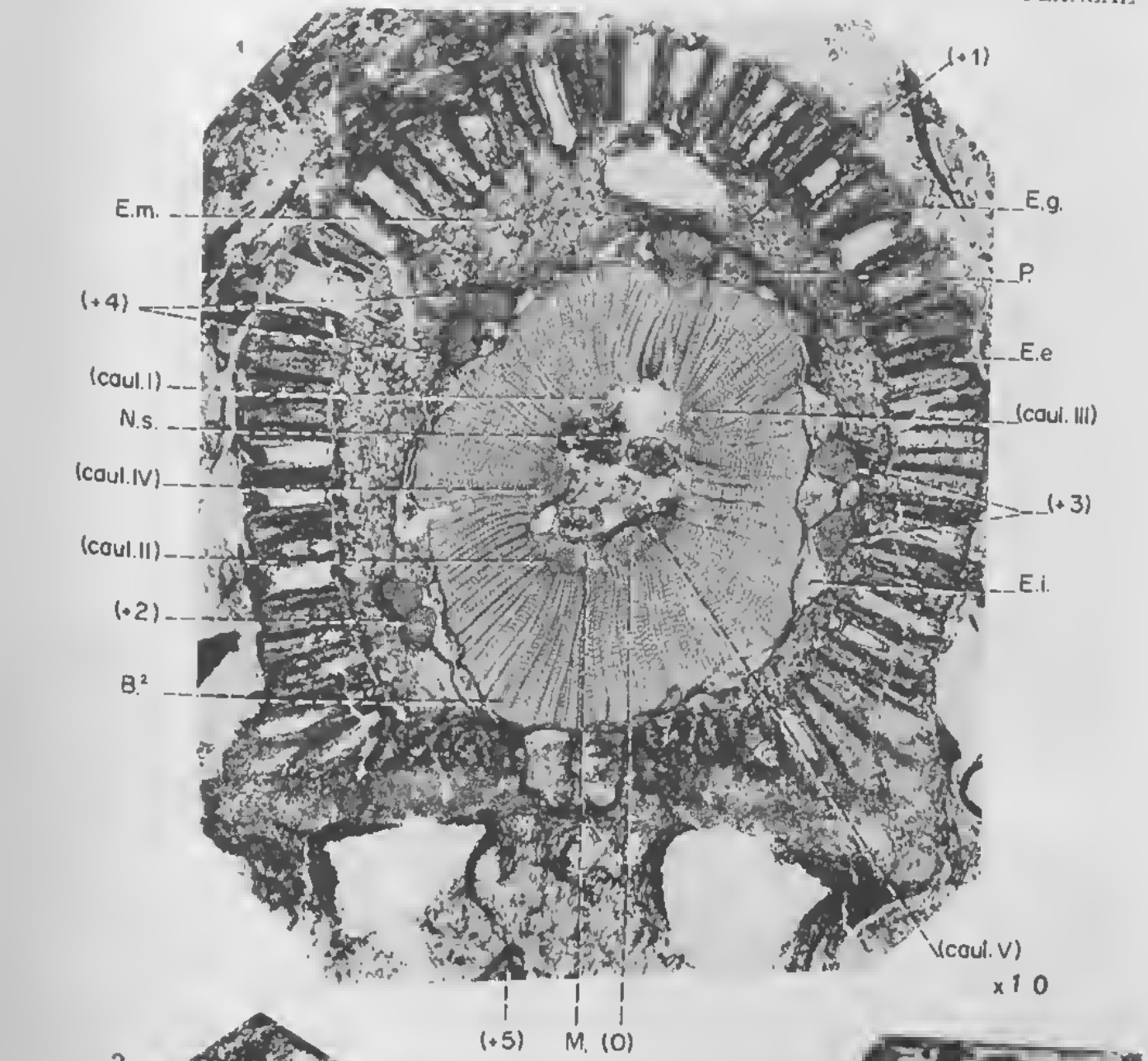
Anatomie de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Coupe transversale pratiquée à proximité de la région sommitale d'une tige principale.
Lame mince n° 283.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 10.

Fig. 2. – Coupe transversale de l'écorce.
Lame mince n° 41 1325/2.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Institut géologique de Krefeld.*
Gr. : = 15.

Fig. 3. – Coupe longitudinale d'une glande épidermique.
Lame mince n° 60 Lx II.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 60.

Source : MNHN, Paris


1
(+1)
E.m.
E.g.
P.
(+4)
E.e
(caul.I)
N.s.
(caul. III)
(caul.IV)
(+3)
(caul.II)
E.i.
(+2)
B.²
(caul. V)
x 1 0
(+5)
M.
(0)
2
E.i.
B.s.
B.p.
E m
x 1 5
3
M.s.
G.s.
E g.
x 6 0

© : MNHN, Paris

PLANCHE 54

Anatomie de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

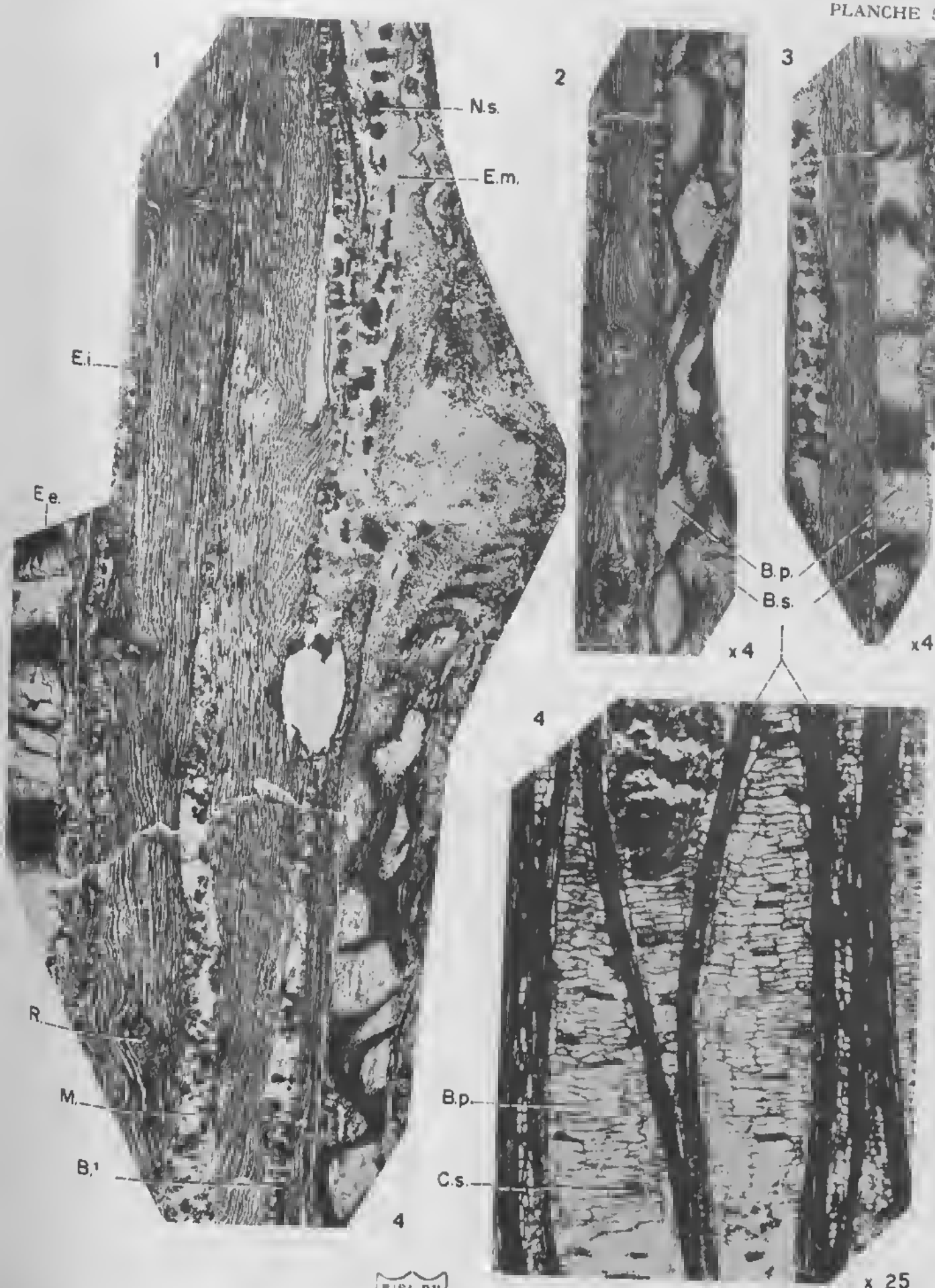
Fig. 1. – Coupe longitudinale radiale.
Lame mince n° M^3j.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Coupe longitudinale radiale.
Lame mince n° 22.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Coupe longitudinale tangentielle.
Lame mince n° M 22.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Coupe longitudinale tangentielle de l'écorce externe.
Lame mince n° 31 Lx I.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 25.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 55

Coupe transversale de l'écorce moyenne de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

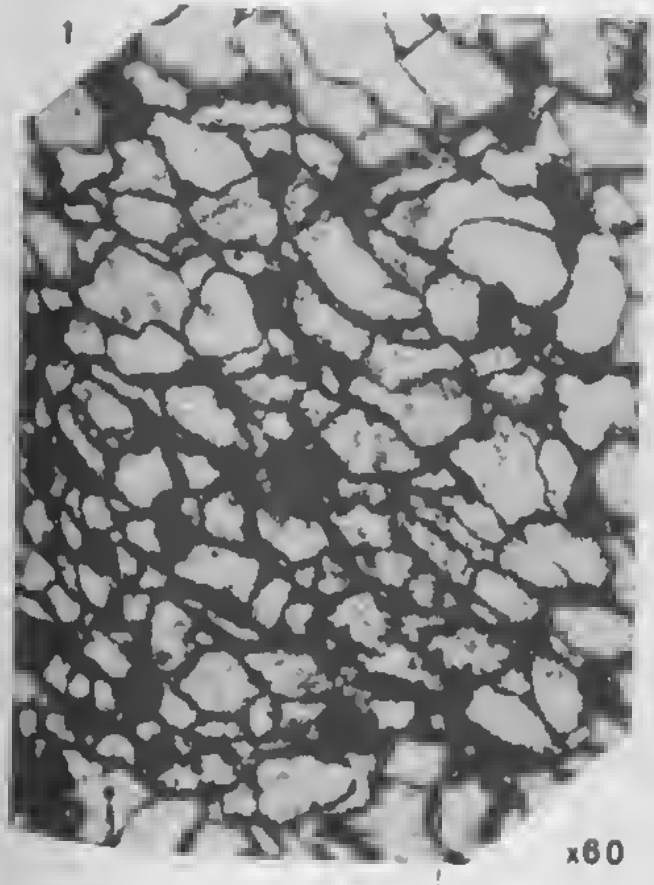
Fig. 1. – Lame mince n° 68 Lx II.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 60.

Fig. 2. – Lame mince n° 78.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 85.

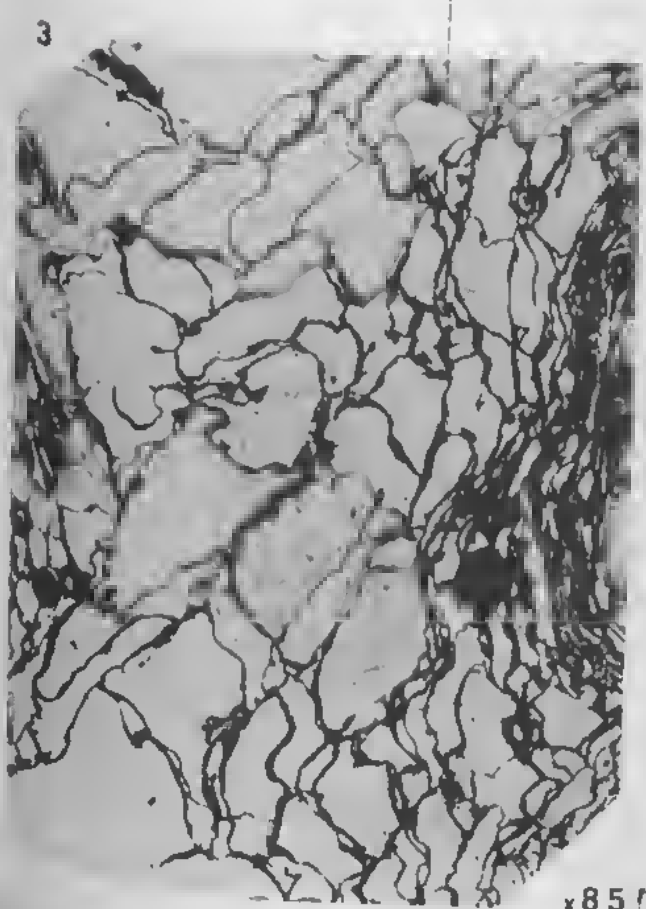
Fig. 3. – Lame mince n° 75.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 85.

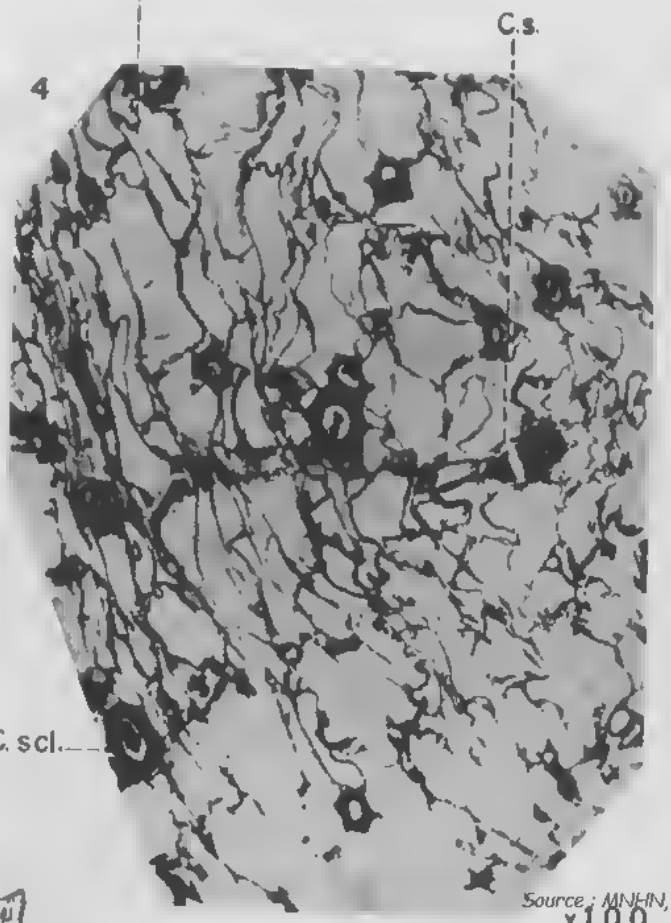
Fig. 4. – Lame mince n° 1992.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 100.

Source : MNHN, Paris



E.m.





Source : MNHN, Paris

PLANCHE 56

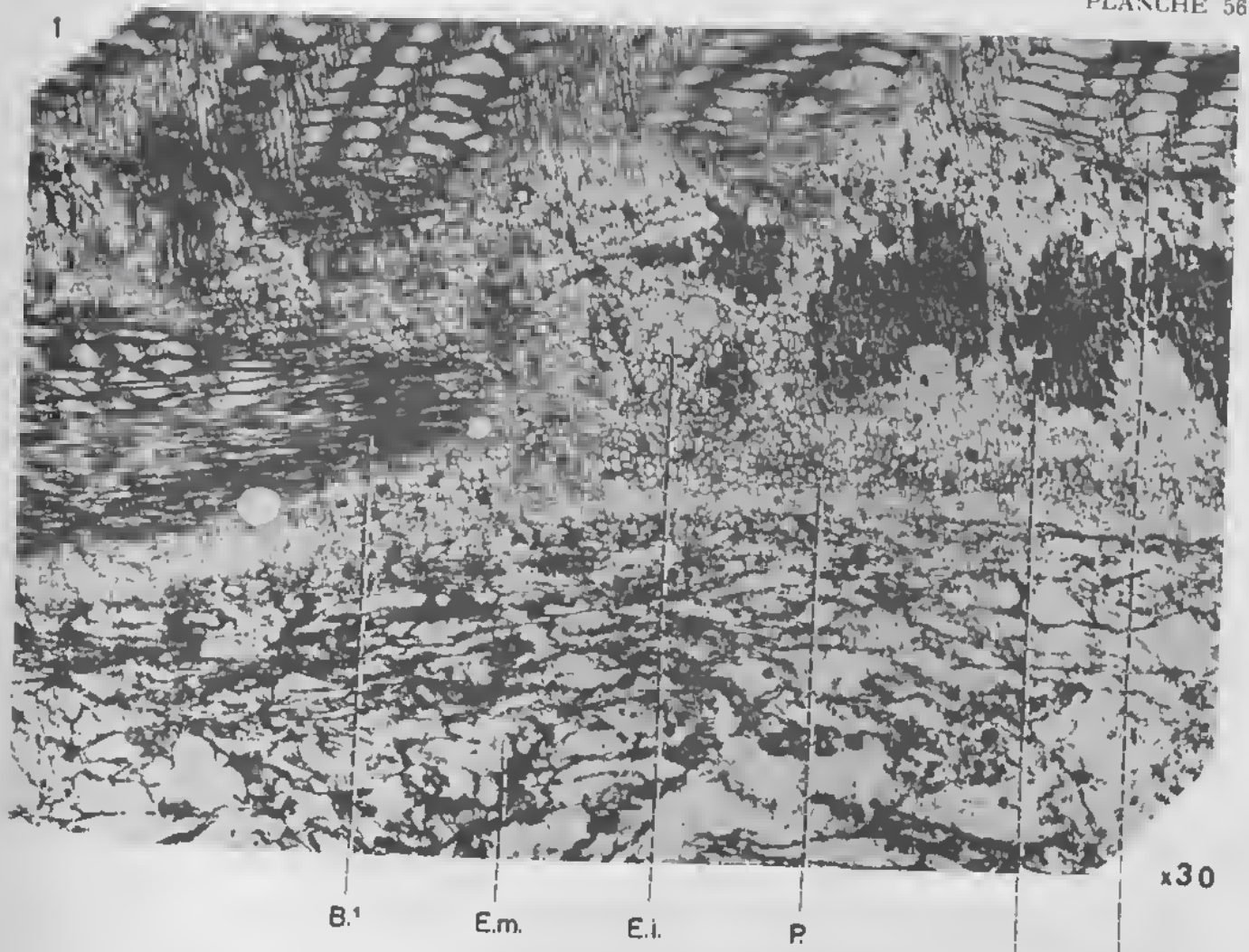
Anatomie de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

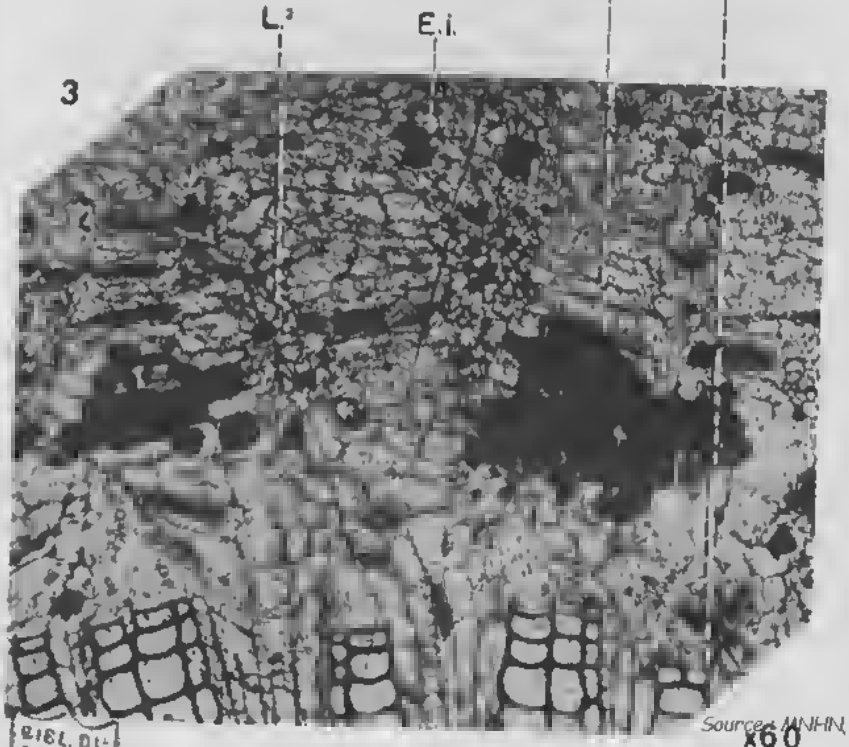
Fig. 1. – Coupe longitudinale de l'écorce.
Lame mince n° 79.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 30.

Fig. 2. – Coupe transversale d'une cellule à massif sécréteur.
Lame mince n° 79.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 560.

Fig. 3. – Coupe transversale du liber secondaire.
Lame mince n° 34 Lx I.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 60.

Source : MNHN, Paris





Source: MNHN, Paris

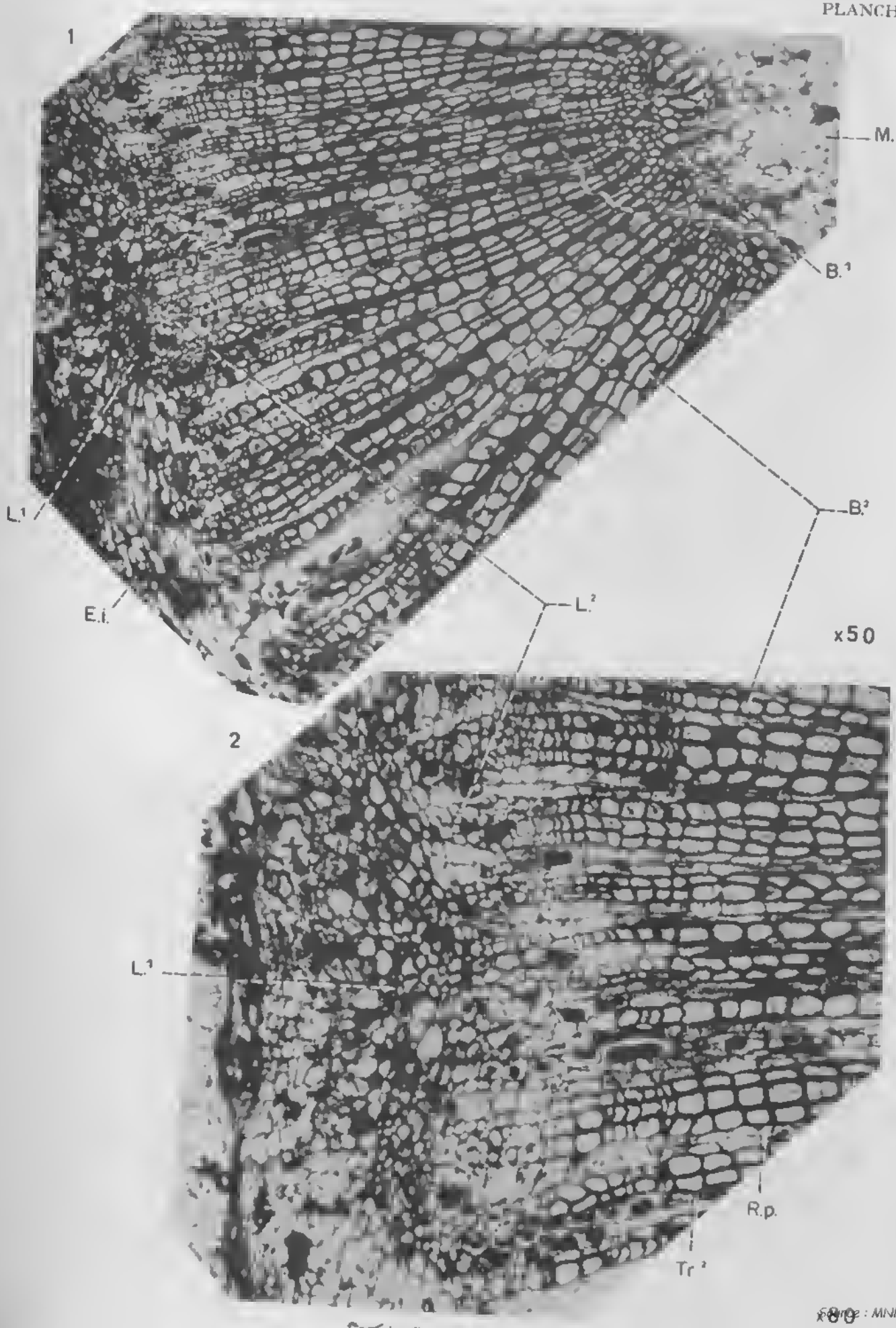
PLANCHE 57

Coupe transversale du bois secondaire et du liber dans la tige de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° NL n° 14.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Lame mince n° NL n° 14.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 80.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

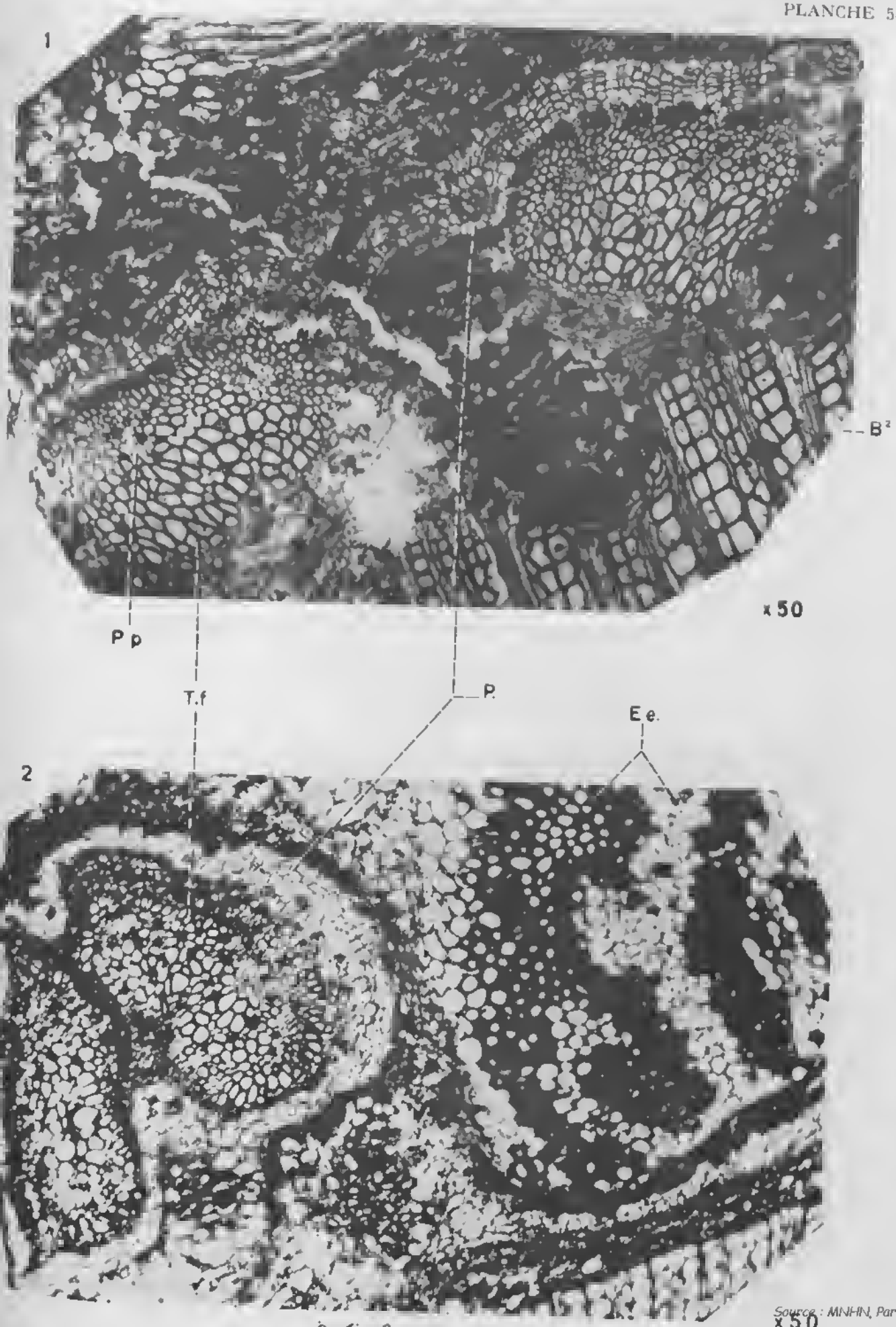
PLANCHE 58

Coupe transversale de l'écorce secondaire (périderme)
de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 34 Lx I.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Lame mince n° 28 Lx I.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : 50.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 59

Bois secondaire de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

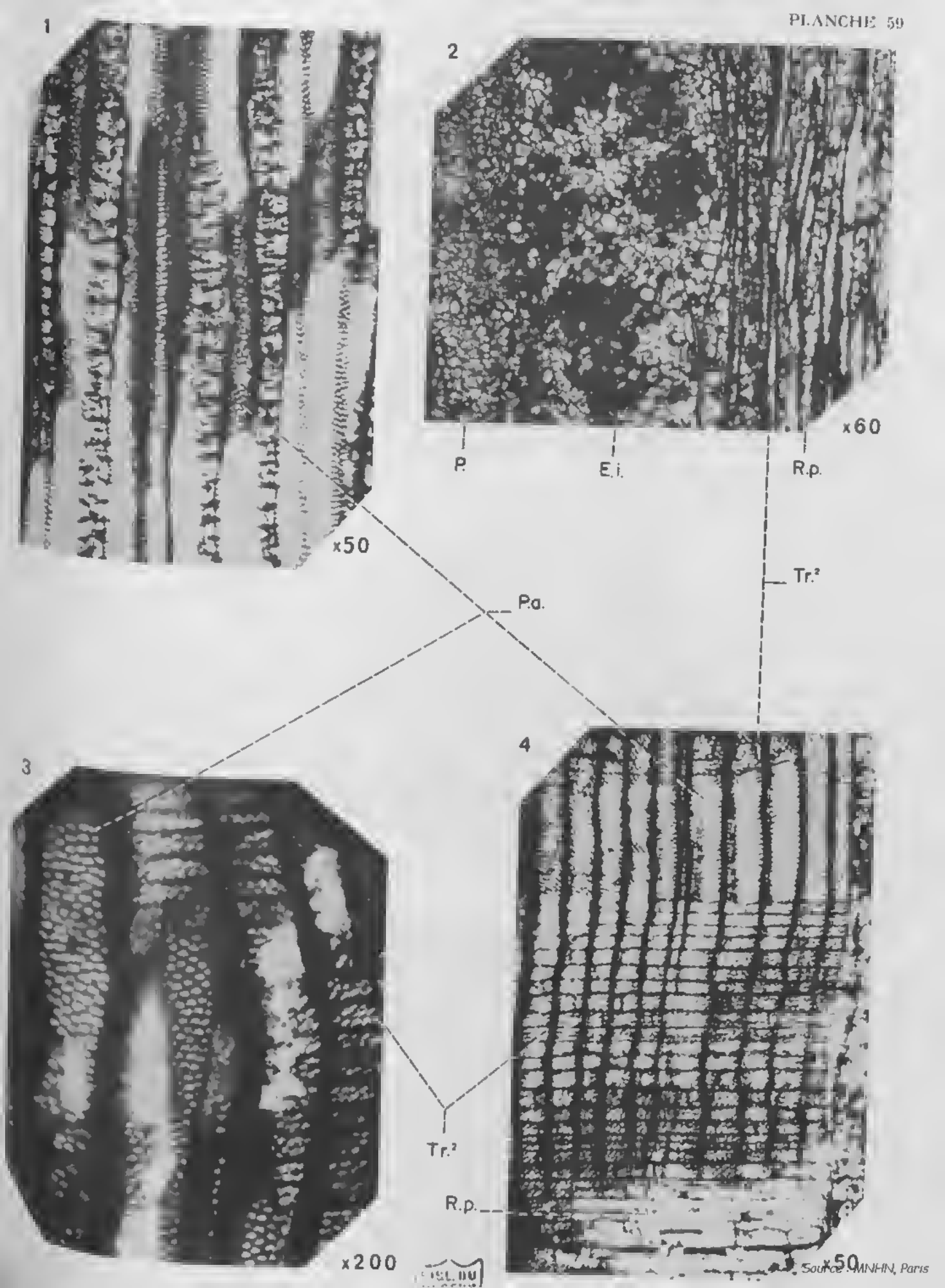
Fig. 1. – Coupe longitudinale tangentielle.
Lame mince n° 465.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Coupe longitudinale radiale.
Lame mince n° 8 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 60.

Fig. 3. – Coupe longitudinale radiale : ponctuation des champs de croisement.
Lame mince n° 79.
Origine : *Shore Lilleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 200.

Fig. 4. – Coupe longitudinale radiale : trachéides secondaires et rayons parenchymateux.
Lame mince n° 465 C.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 60

Bois secondaire de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

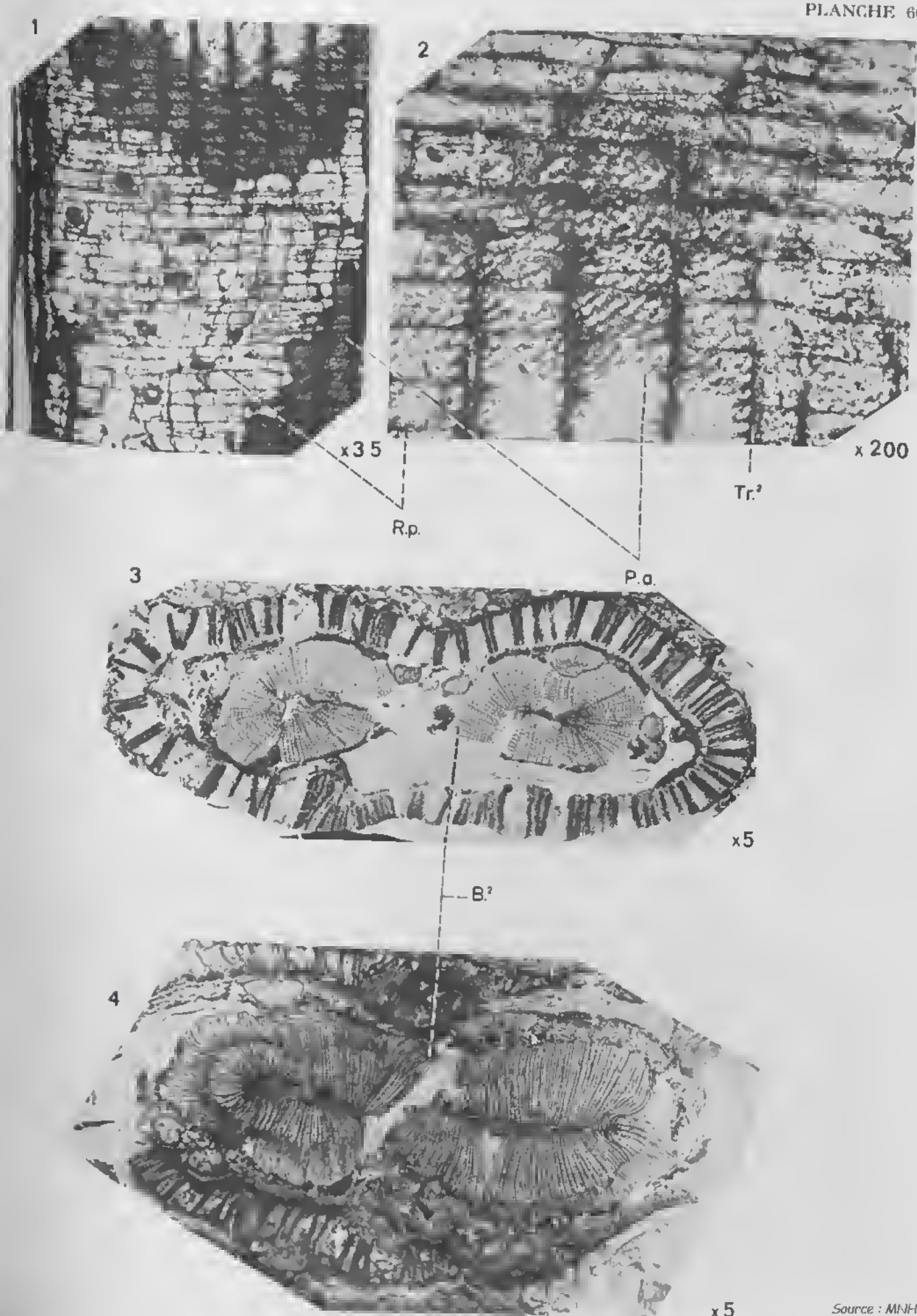
Fig. 1. – Coupe longitudinale radiale.
Lame mince n° 23 Lx II.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 35.

Fig. 2. – Coupe longitudinale radiale.
Lame mince n° 465 c.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 200.

Fig. 3. – Coupe transversale d'un anneau ligneux normal.
Lame mince n° R 11.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 5.

Fig. 4. – Coupe transversale d'un anneau ligneux pourvu d'une zonation.
Lame mince n° 331.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Lower Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 5.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 61

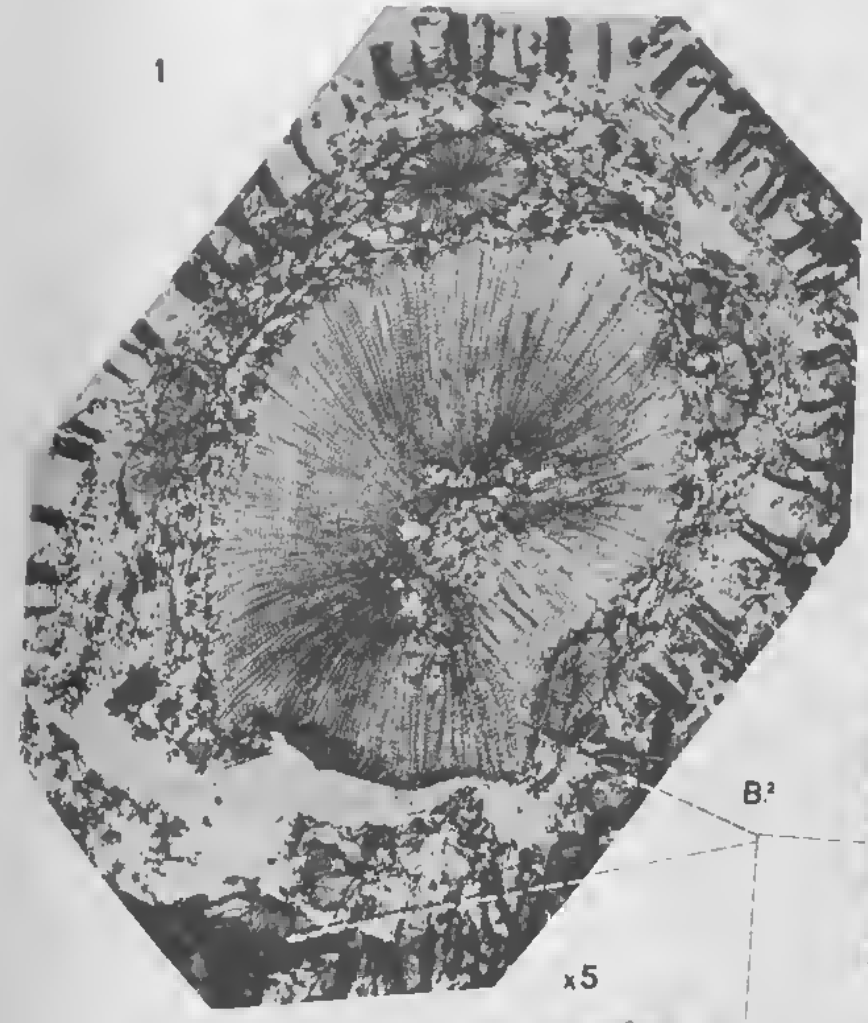
Coupes transversales du bois secondaire de tiges
de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié,
mettant en évidence la finesse des trachéides secondaires.

Fig. 1. – Lame mince n° 685.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 5.

Fig. 2. – Lame mince n° 1b/70.
Origine : *Cheratte (Belgique).*
Niveau : *Couche Bouxharmont.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 4,5.

Fig. 3. – Lame mince n° 2502.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Institut Géologique d'Heerlen.*
Gr. : 4,5.

Source : MNHN, Paris



B²

BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 62

Coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié appartenant à la SÉRIE A.

Fig. 1. – Lame mince n° 28 Lx II = n° 72 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 8.

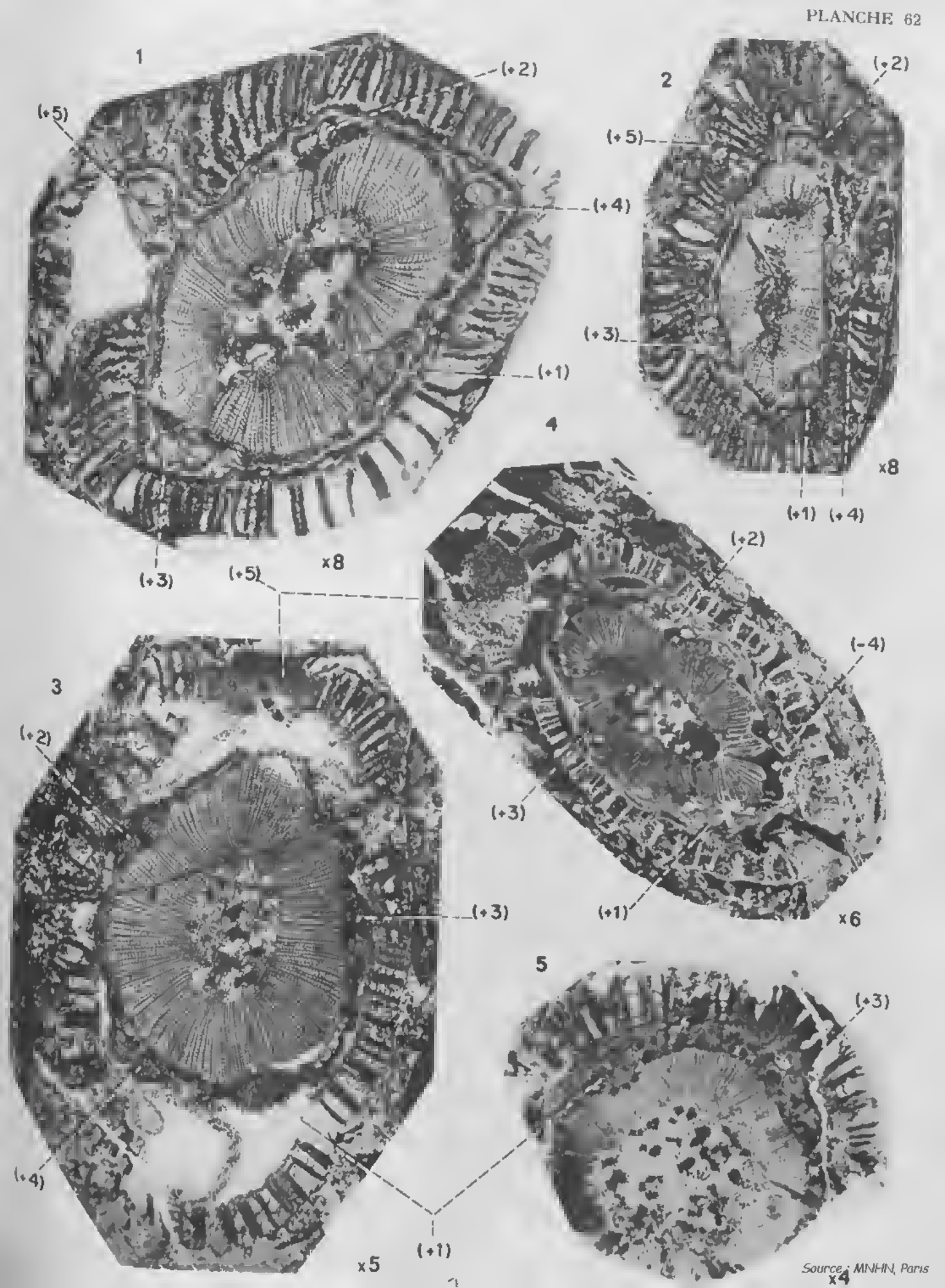
Fig. 2. – Lame mince n° 2000.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 8.

Fig. 3. – Lame mince n° 19 B.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Krefeld.*
Gr. : = 5.

Fig. 4. – Lame mince n° Pb 488.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Fig. 5. – Lame mince n° 404.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 63

Coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié appartenant à la SÉRIE B.

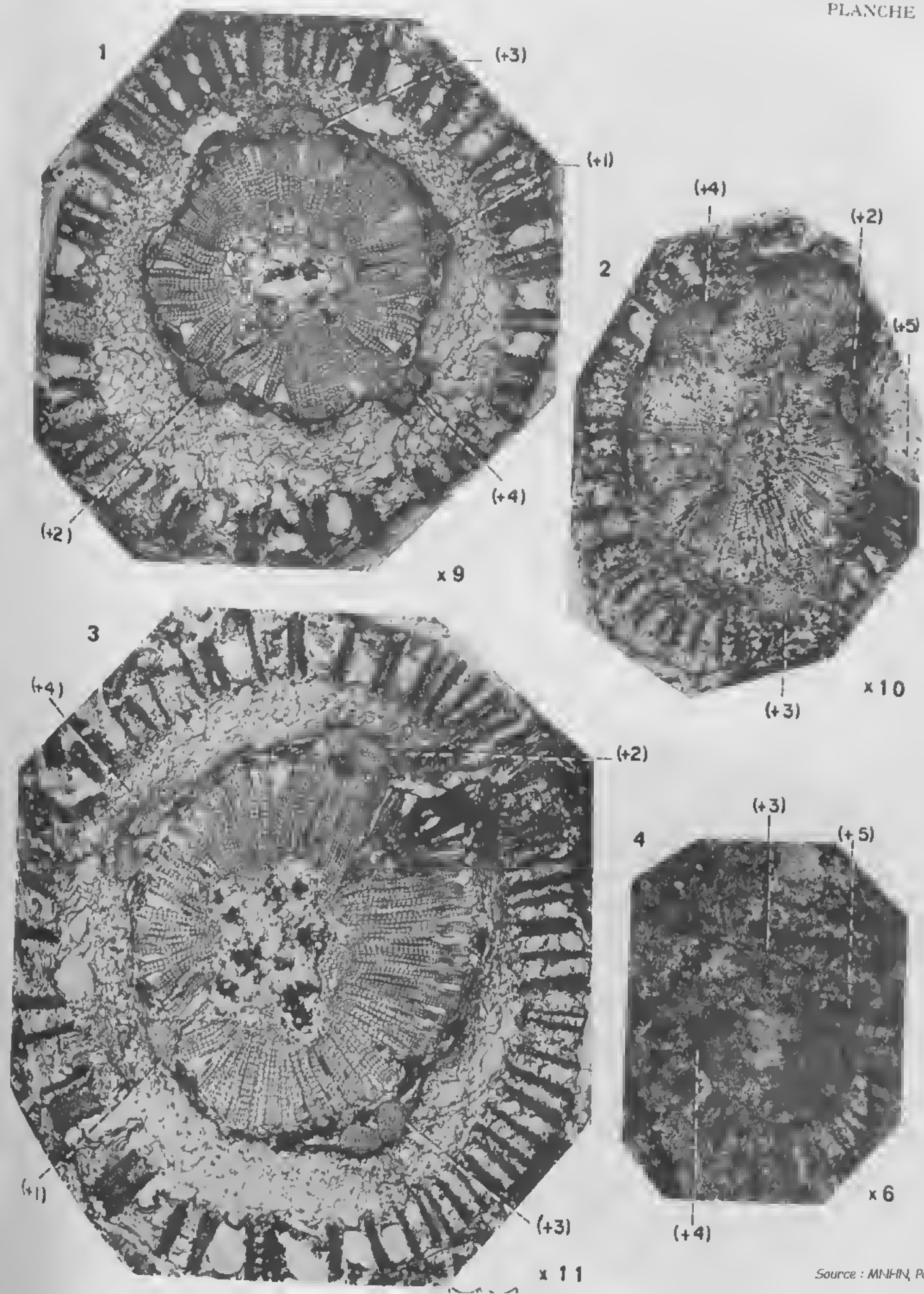
Fig. 1. – Lame mince n° 71.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 9.

Fig. 2. – Lame mince n° NL n° 16.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

Fig. 3. – Lame mince n° 186 A (437).
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 11.

Fig. 4. – Peel section n° PG[1].
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 64

Coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié appartenant aux SÉRIES B et C.

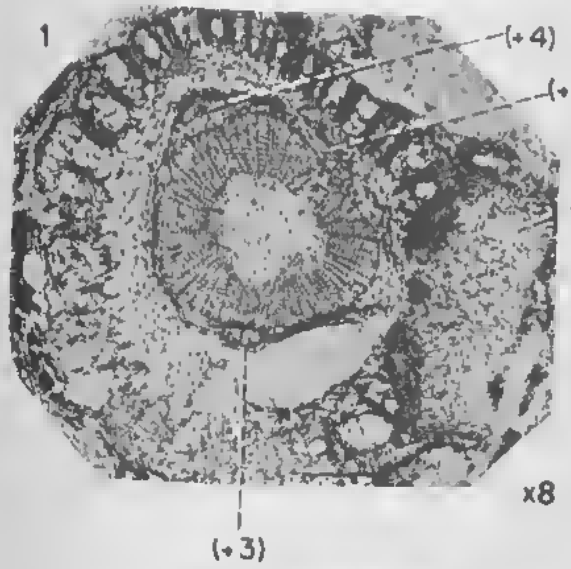
Fig. 1. – SÉRIE B :
Lame mince n° Pb 506.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Geological Survey).*
Gr. : = 8.

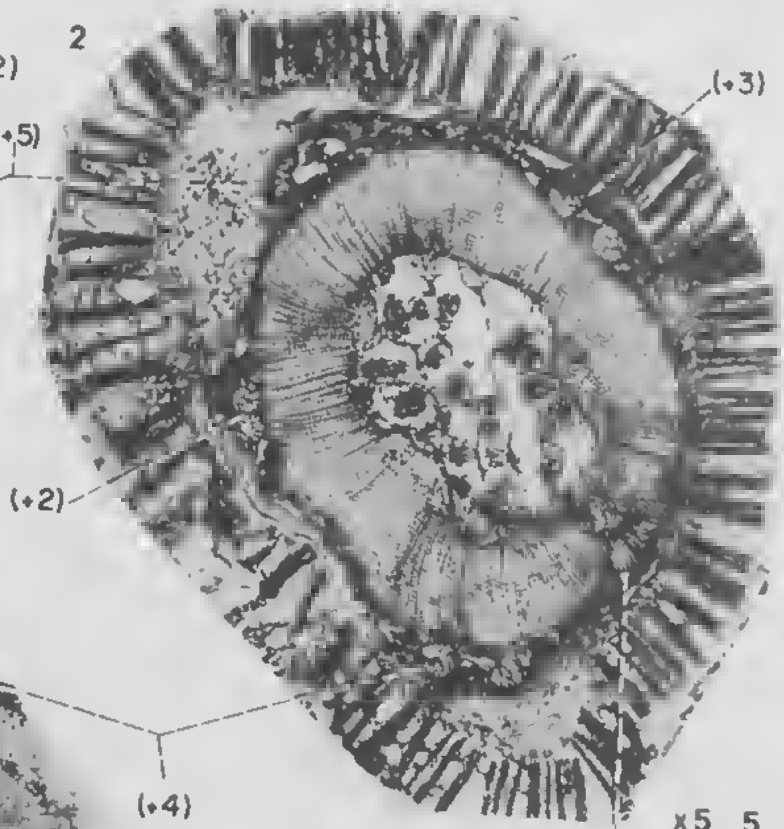
Fig. 2. – SÉRIE C :
Lame mince n° XLV.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Munich.*
Gr. : = 5,5

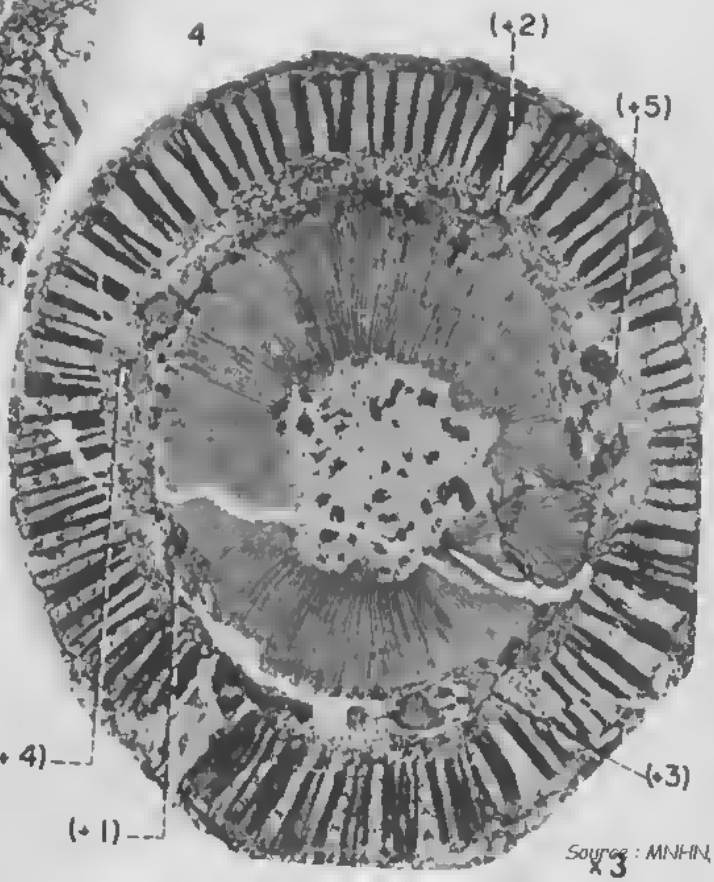
Fig. 3. – SÉRIE C :
Lame mince n° 1992.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Fig. 4. – SÉRIE C :
Lame mince n° 2177.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris







BIBL DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

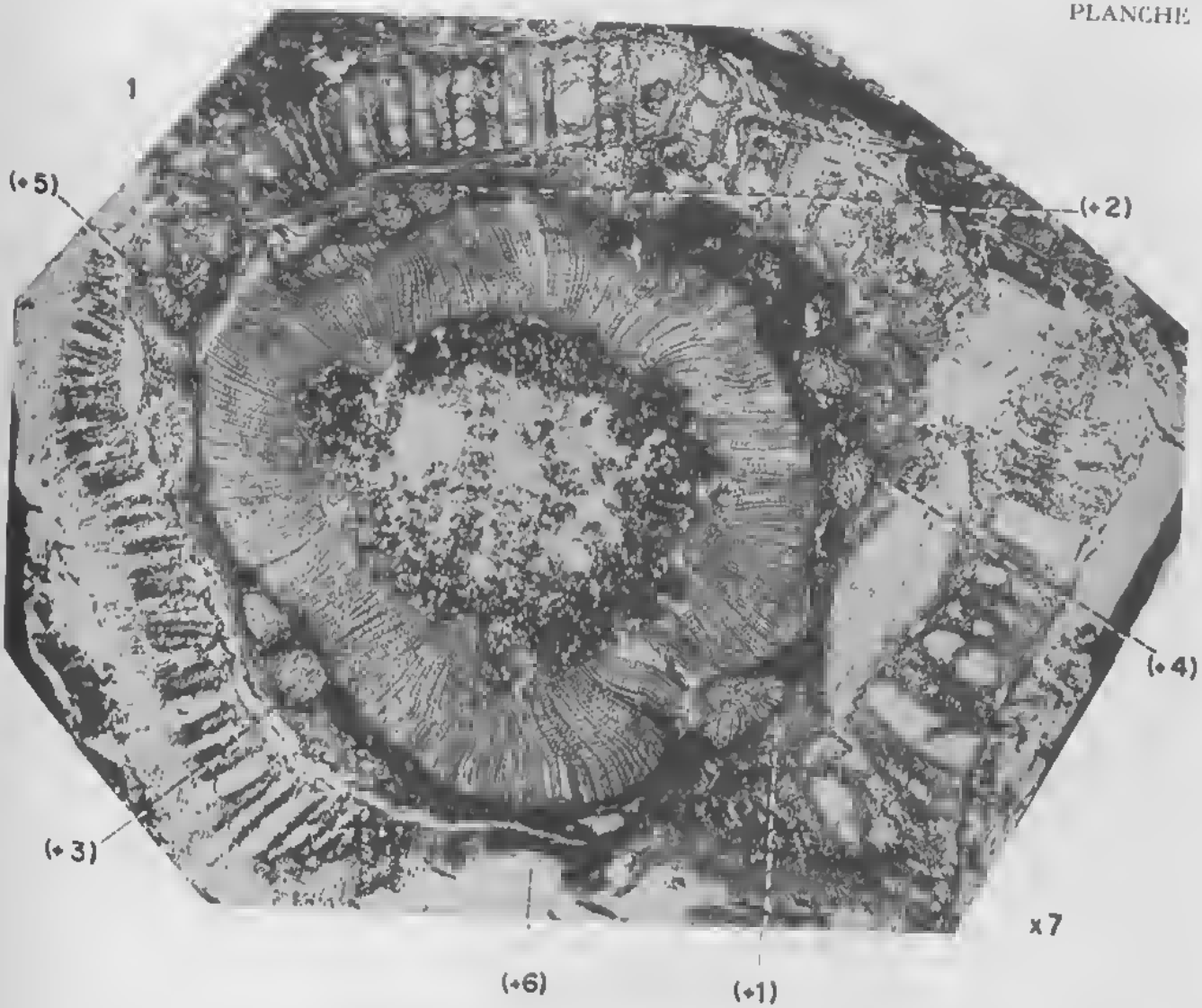
PLANCHE 65

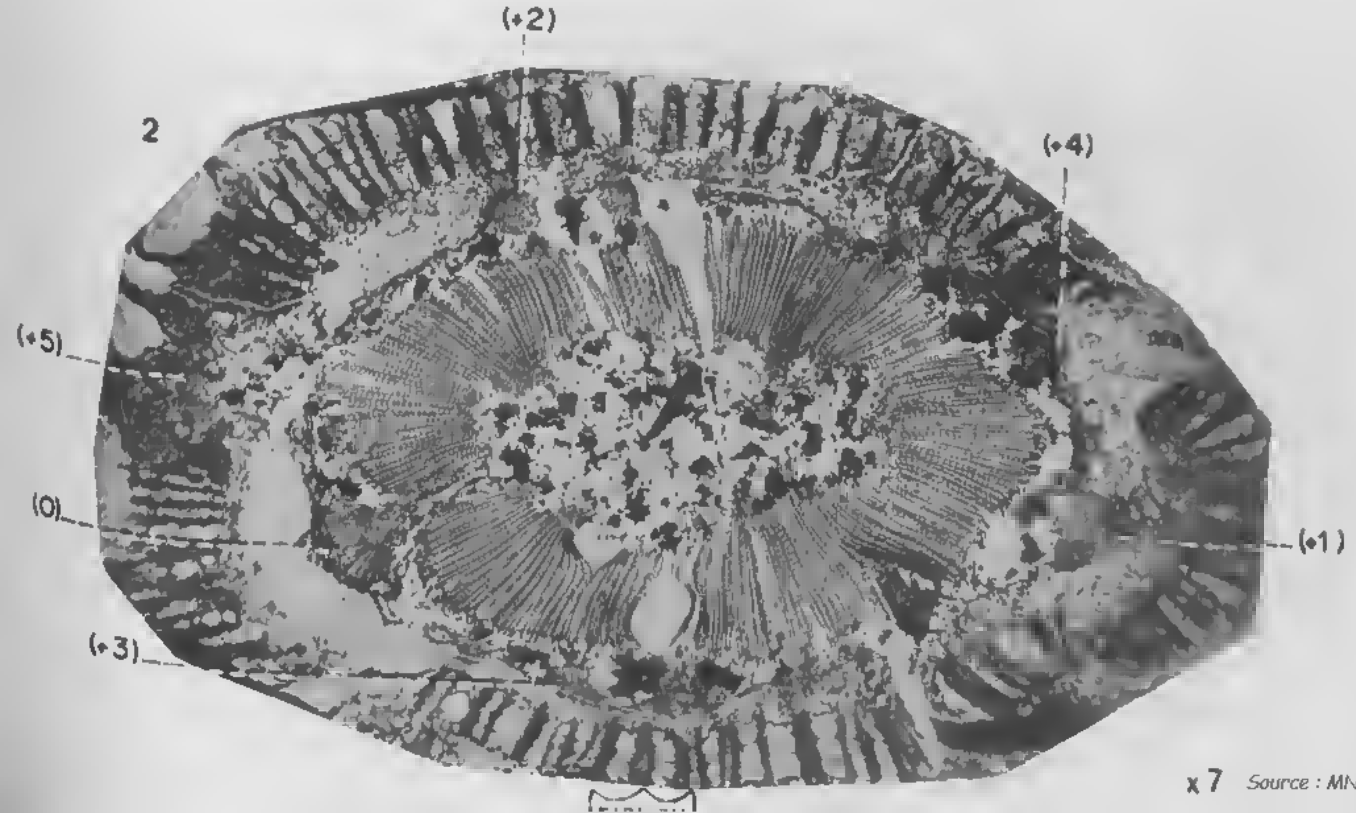
Coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié appartenant à la SÉRIE C.

Fig. 1. – Lame mince n° E = 53.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

Fig. 2. – Lame mince n° 19 1325/5.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Krefeld.*
Gr. : = 7.

Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

PLANCHE 66

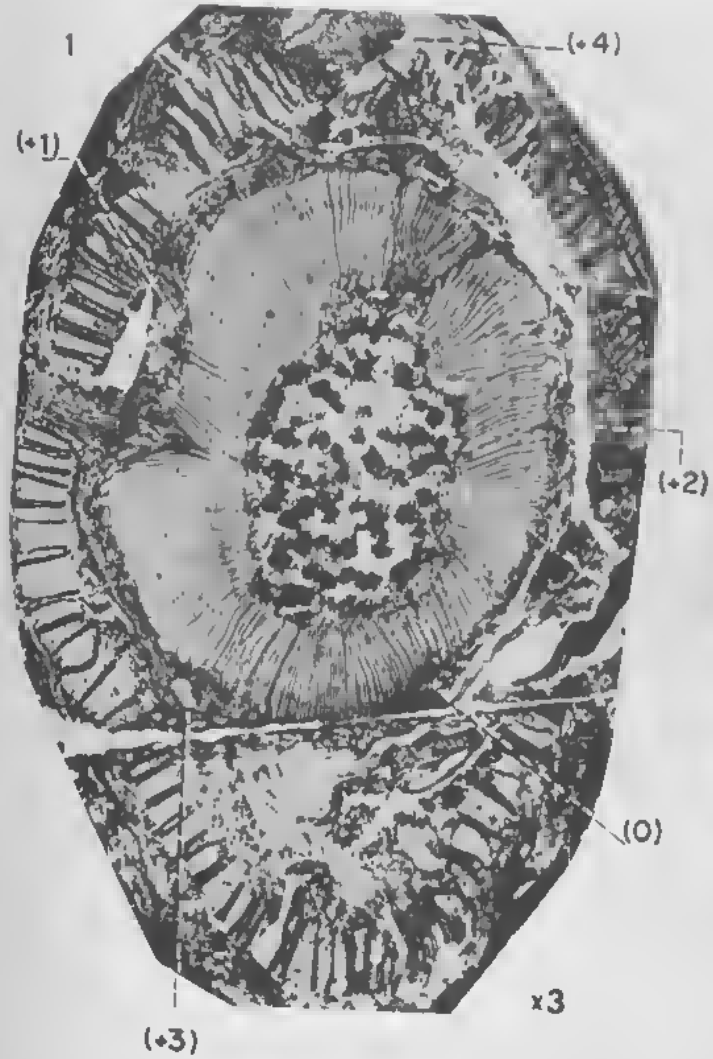
Coupes transversales sérlées de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié appartenant à la SÉRIE C.

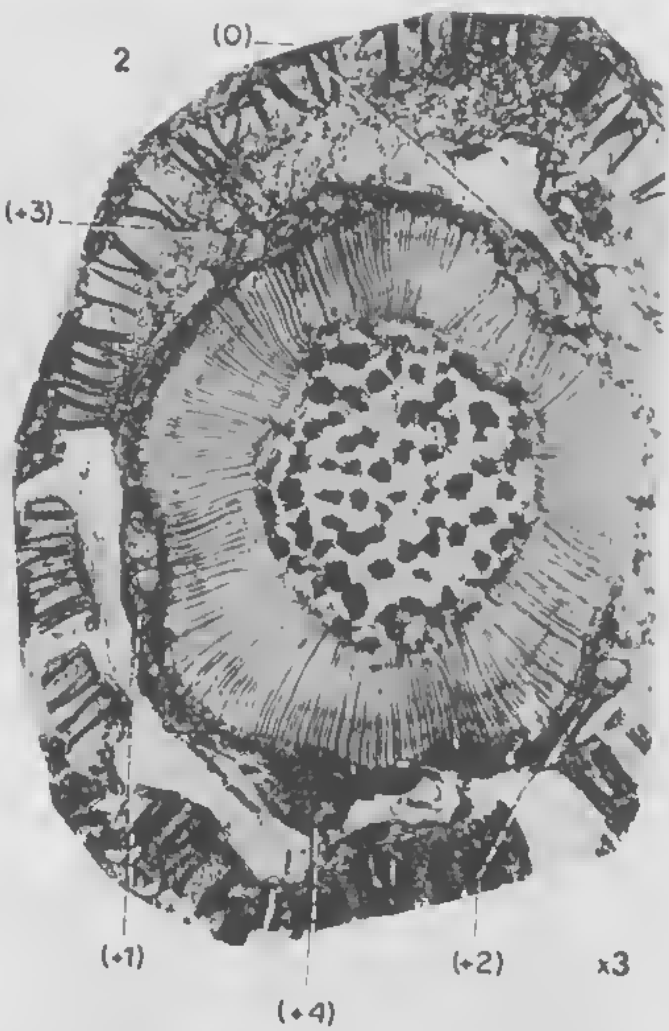
Fig. 1. – Lame mince n° M1.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *University College.*
Gr. : = 3.

Fig. 2. – Lame mince *n°* 4 Lx 111.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. 3. – Lame mince n° 3.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Göttingen.*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

PLANCHE 67

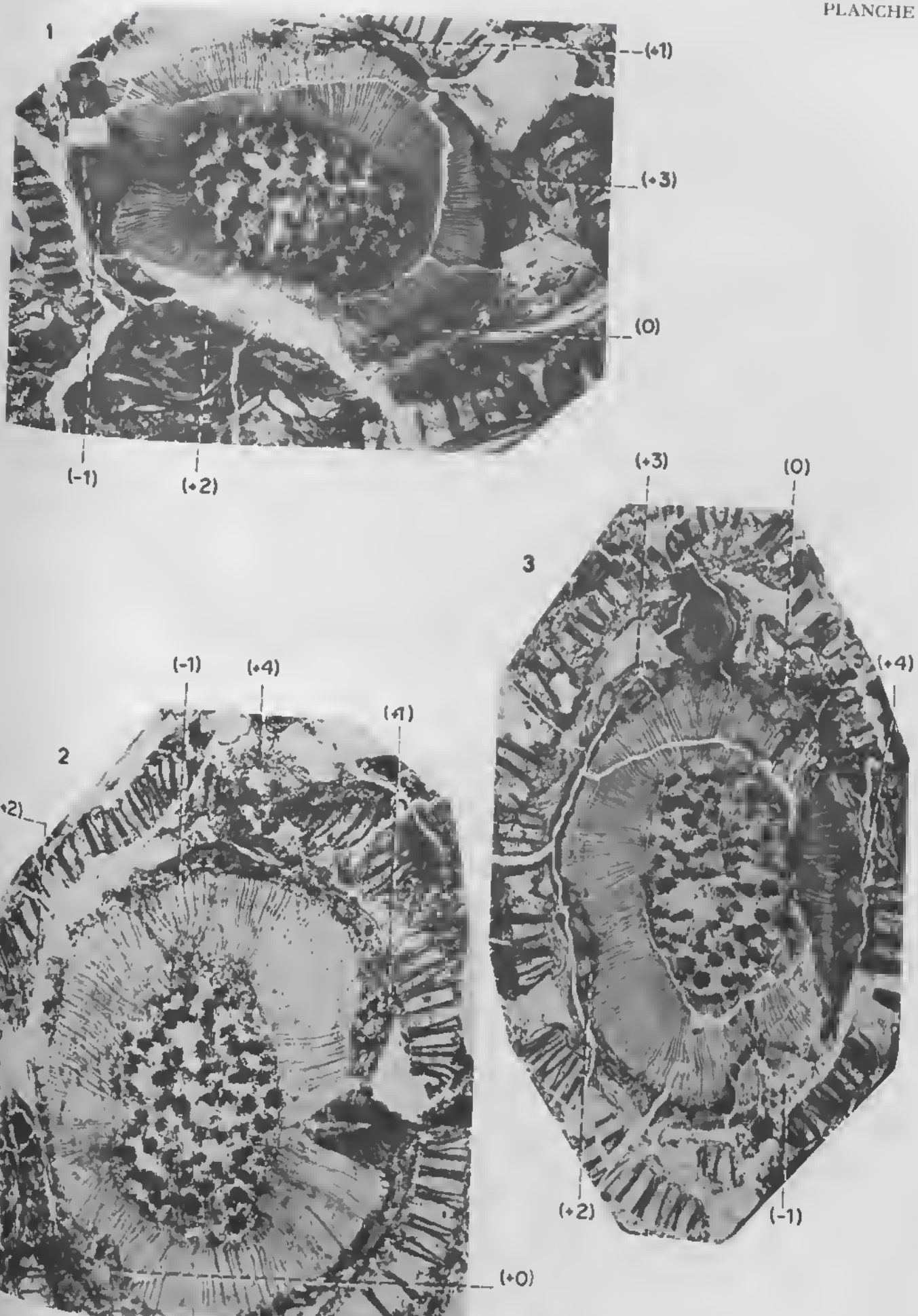
Coupes transversales sériées de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié appartenant à la SÉRIE C (suite).

Fig. 1. – Lame mince n° 4.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Berlin.*
Gr. : = 3.

Fig. 2. – Lame mince XT.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

Fig. 3. – Lame mince n° 341.
Origine : *Grande-Bretagne.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris
x 3

PLANCHE 68

Coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié appartenant à la SÉRIE C.

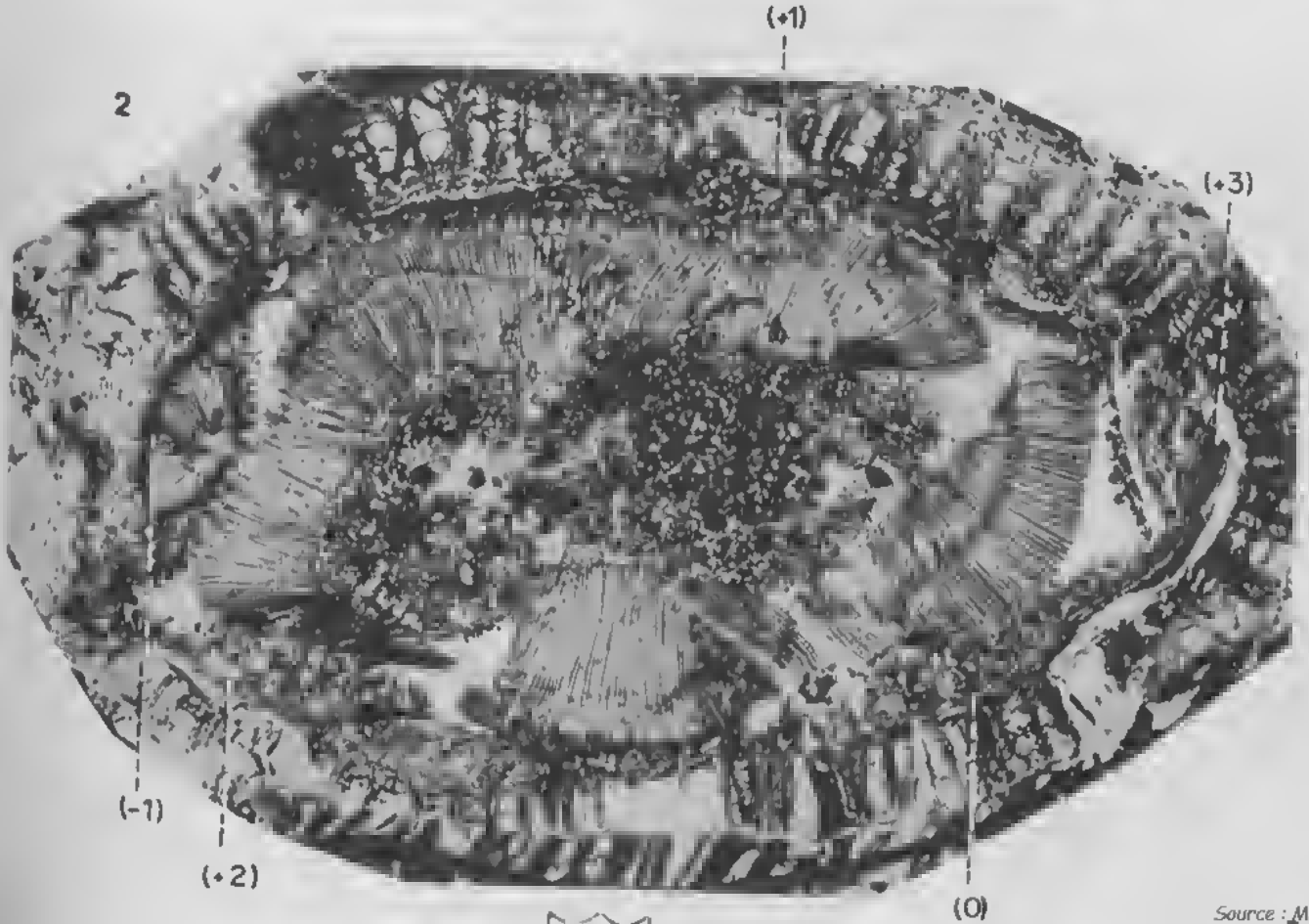
Fig. 1. – Lame mince n° 1.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Torfdolomit.*
Collection : *Université de Krefeld.*
Gr. : = 5.

Fig. 2. – Lame mince n° 464 B.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*

Source : MNHN, Paris

1

2



Source : MNHN, Paris

x5

PLANCHE 69

Anastomose des faisceaux périmédullaires sur deux coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

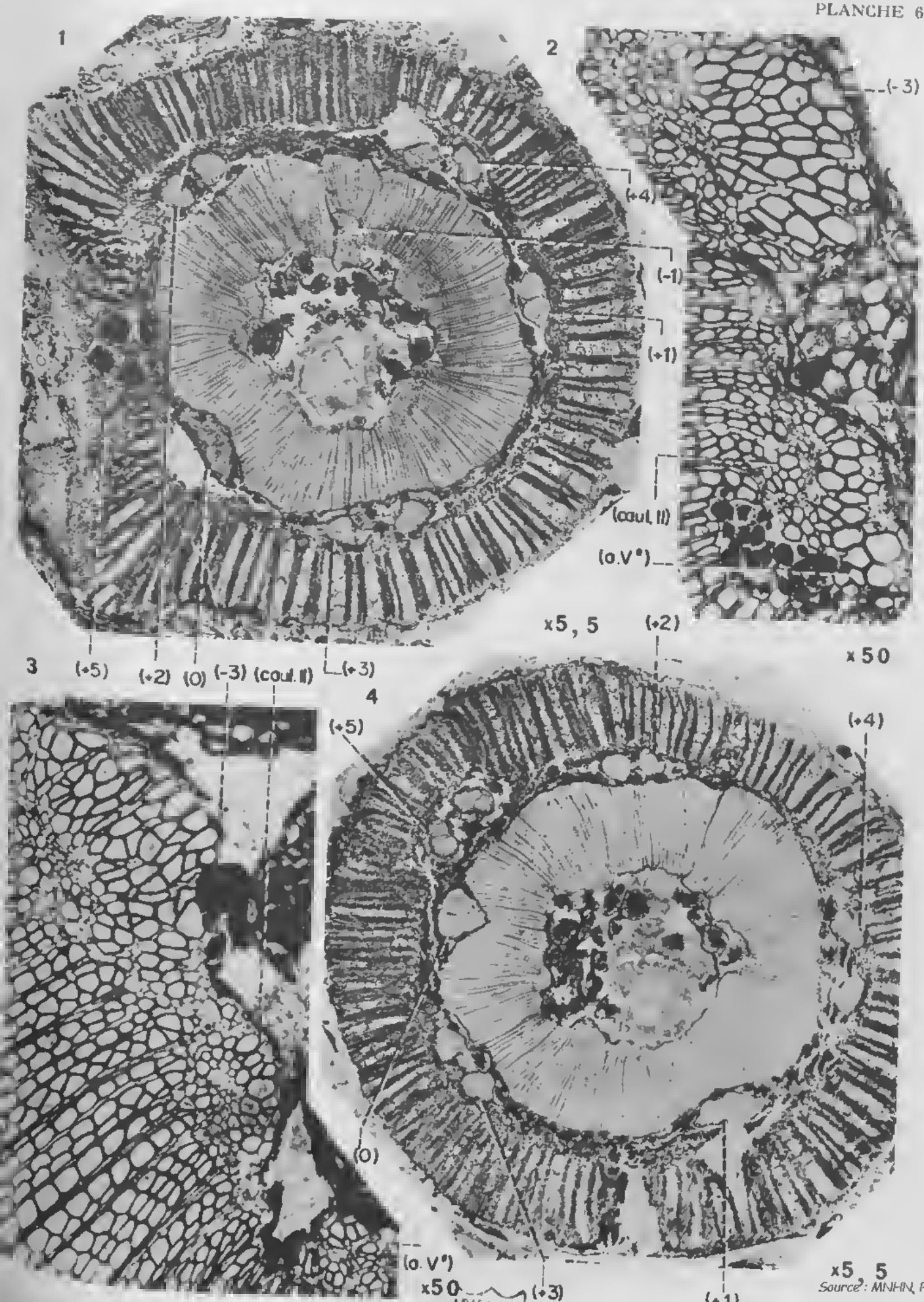
Fig. 1. – Coupe transversale supérieure.
Lame mince n° 5.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 5,5.

Fig. 2. – Mise en évidence de l'accolement du faisceau anastomosique (aV°) d'un groupe ligneux au faisceau caulinaire (caul. II) du groupe voisin.
Lame mince n° 5.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 50.

Fig. 3. – Mise en évidence de la distance séparant le faisceau anastomosique (aV°) du caulinaire (caul. II).
Lame mince n° 25.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 50.

Fig. 4. – Coupe transversale inférieure.
Lame mince n° 25.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 5,5.

Source : MNHN, Paris



Source: MNHN, Paris

PLANCHE 70

Anastomose des faisceaux périmédullaires dans la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

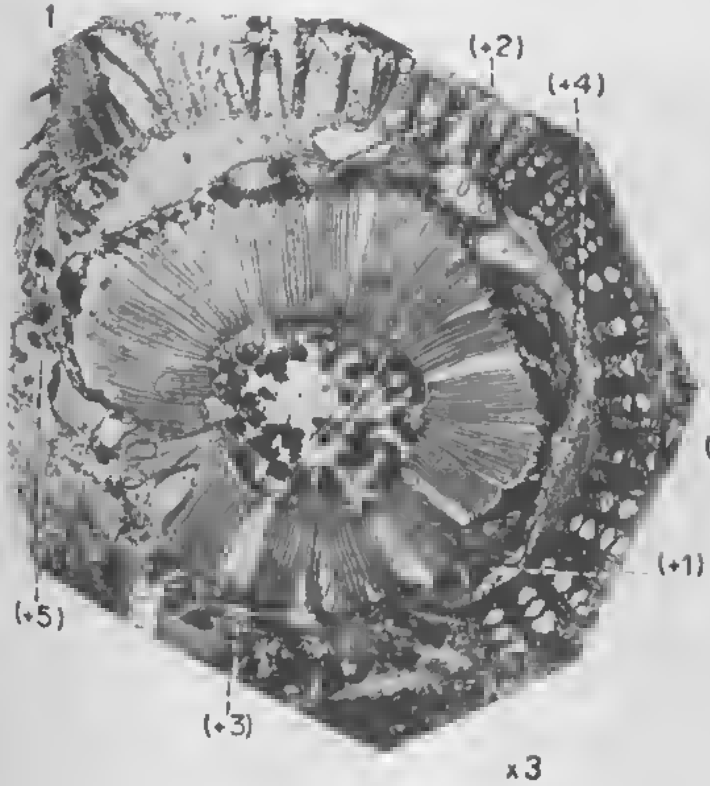
FIG. 1. – Coupe transversale d'une tige principale.
Lame mince n° 49.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Unioersité de Lille.*
Gr. : = 3.

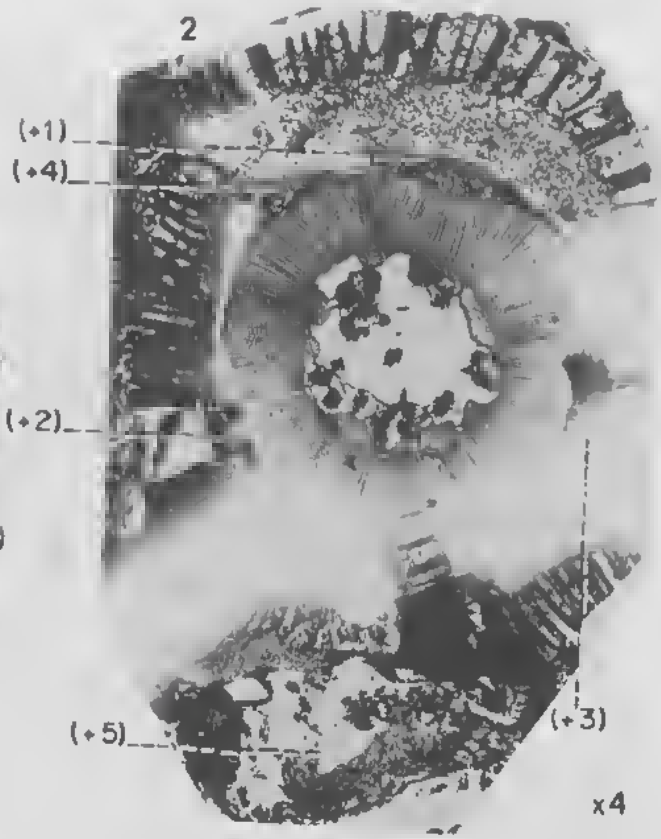
FIG. 2. – Coupe transversale d'une tige principale.
Lame mince n° M 40 = n° 28.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

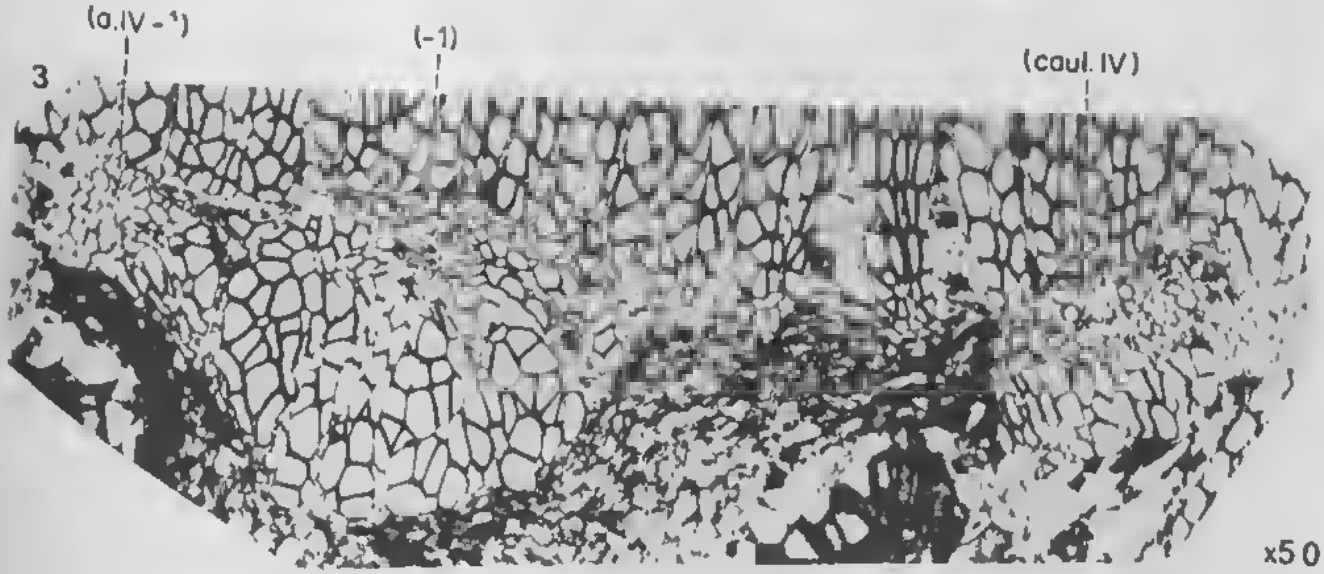
FIG. 3. – Naissance du faisceau anastomosique (a IV^{-1}) à partir du faisceau sortant ($\bar{=}$ 1).
Lame mince n° 1992.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

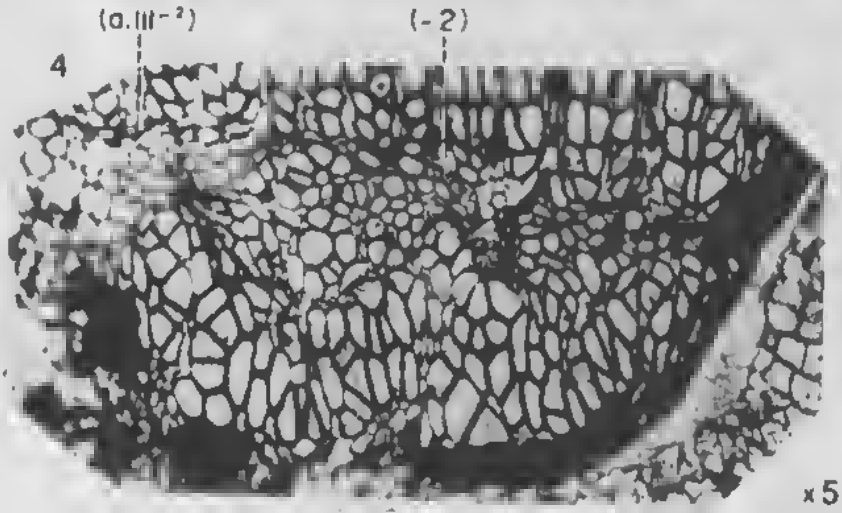
FIG. 4. – Naissance du faisceau anastomosique (a III^{-1}) à partir du faisceau sortant (– 2).
Lame mince n° 1992.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris









Source : MNHN, Paris

PLANCHE 71

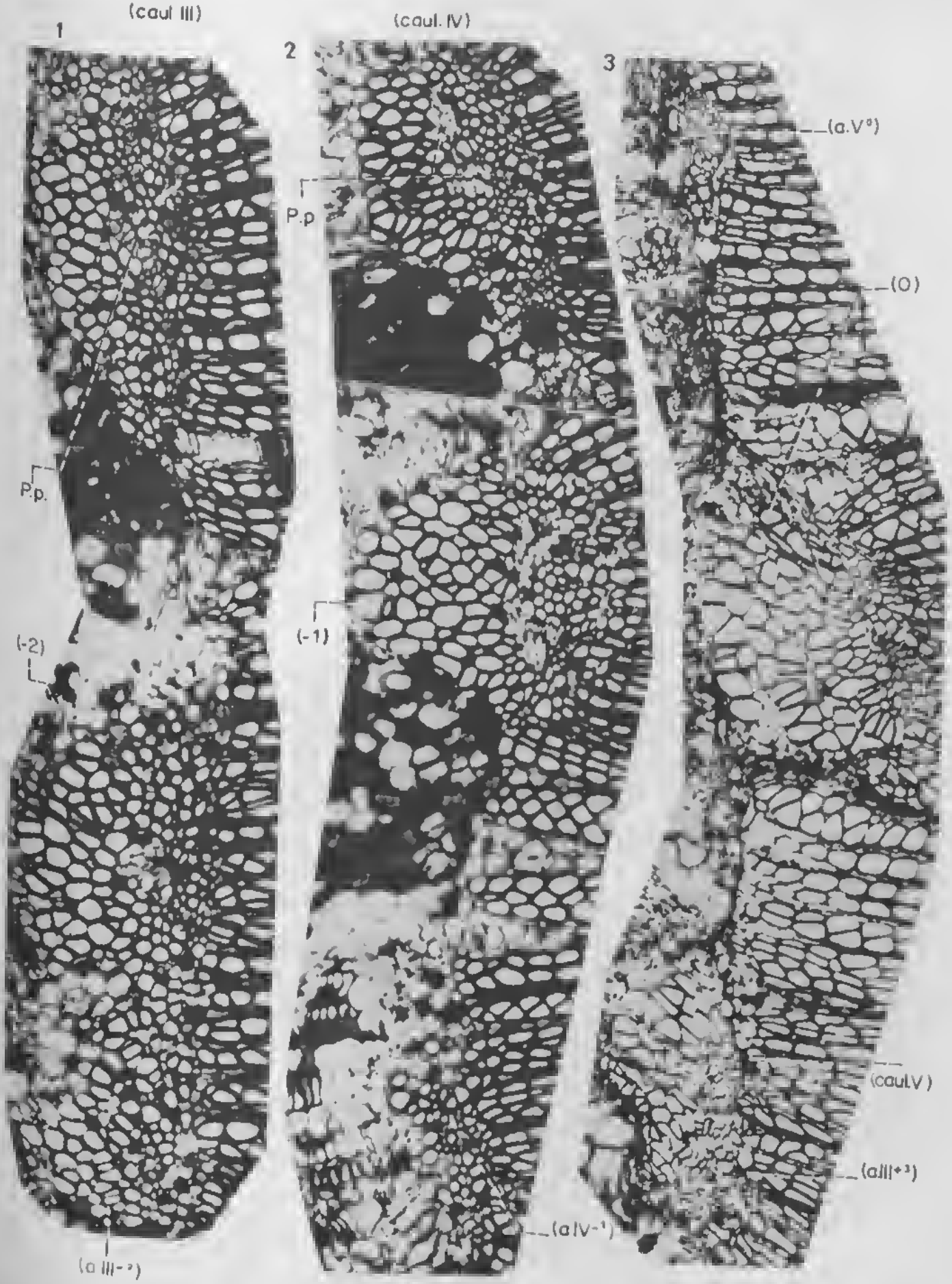
Coupes transversales des faisceaux primaires périmédullaires dans les groupes ligneux d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Faisceaux du groupe III.
Lame mince n° 4 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Faisceaux du groupe IV.
Lame mince n° 4 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 3. Faisceaux du groupe V.
Lame mince n° 1992.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

x50

PLANCHE 72

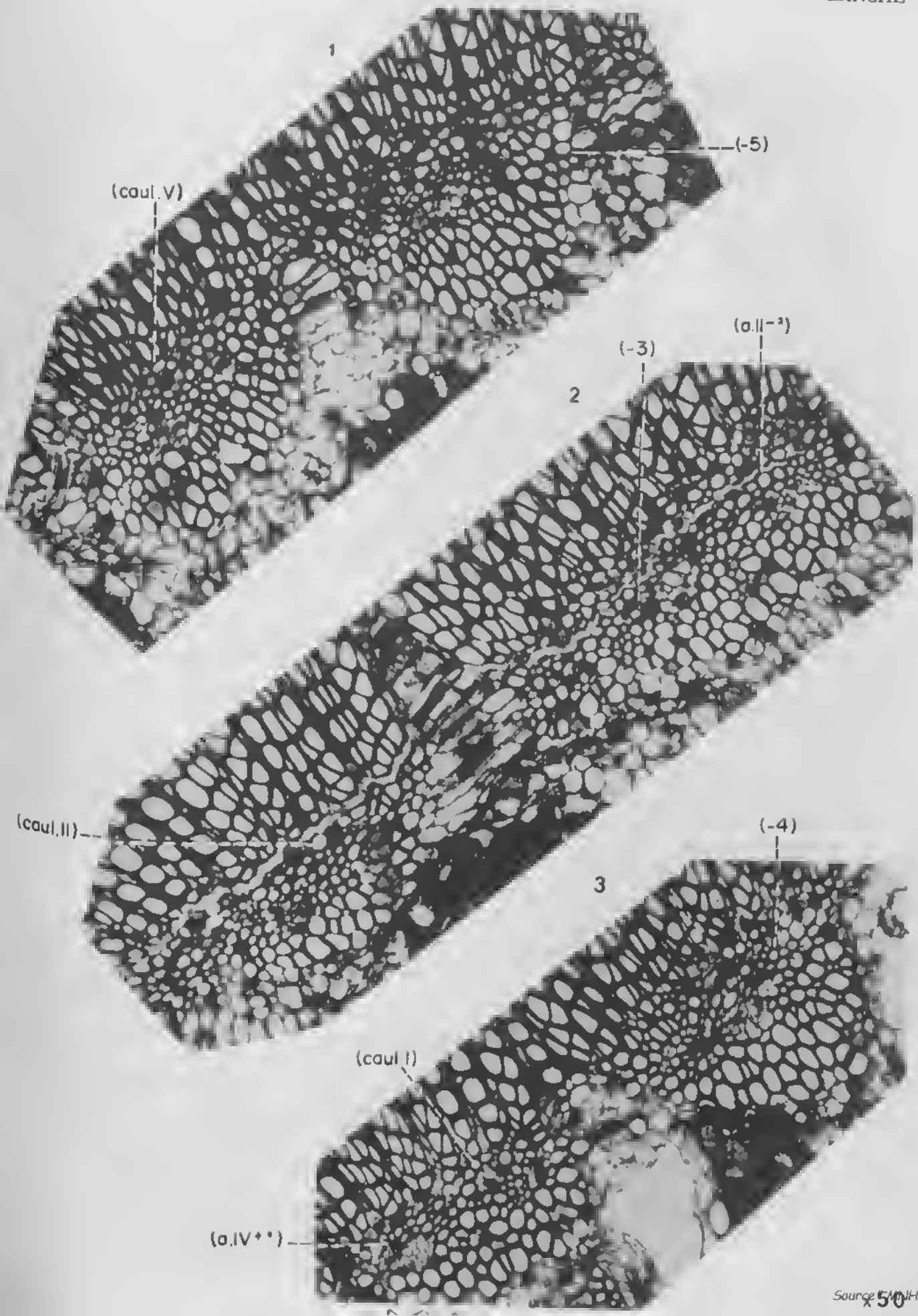
Coupes transversales des faisceaux primaires périmédullaires dans les groupes ligneux d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Faisceaux du groupe V.
Lame mince n° 4 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Faisceaux du groupe II.
Lame mince n° 4 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 3. Faisceaux du groupe I.
Lame mince n° 4 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 73

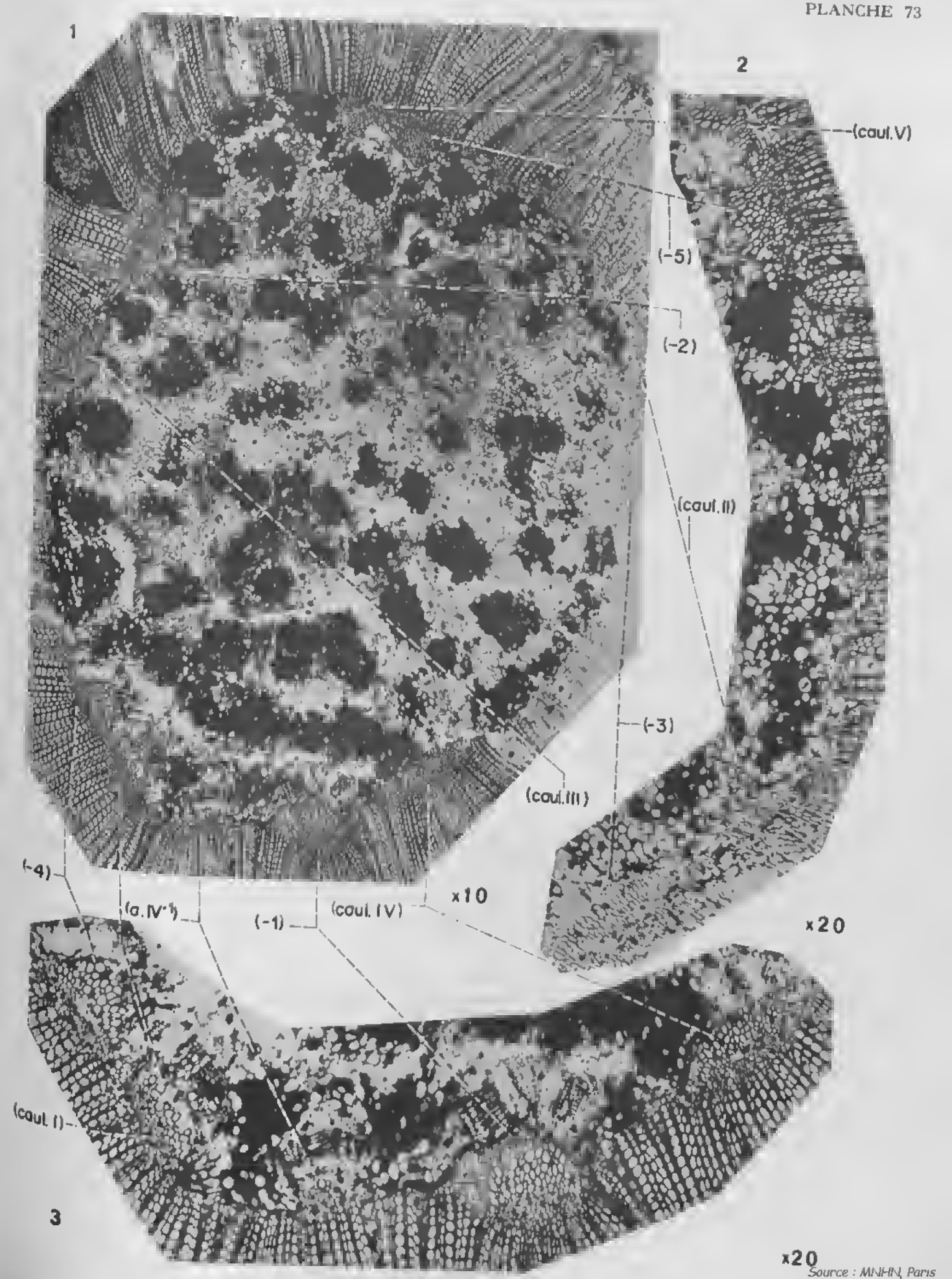
Anastomose des faisceaux périmédullaires de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 3.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Göttingen.*
Gr. : = 10.

Fig. 2. – Lame mince n° 3.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Göttingen.*
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Lame mince n° 3.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Göttingen.*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



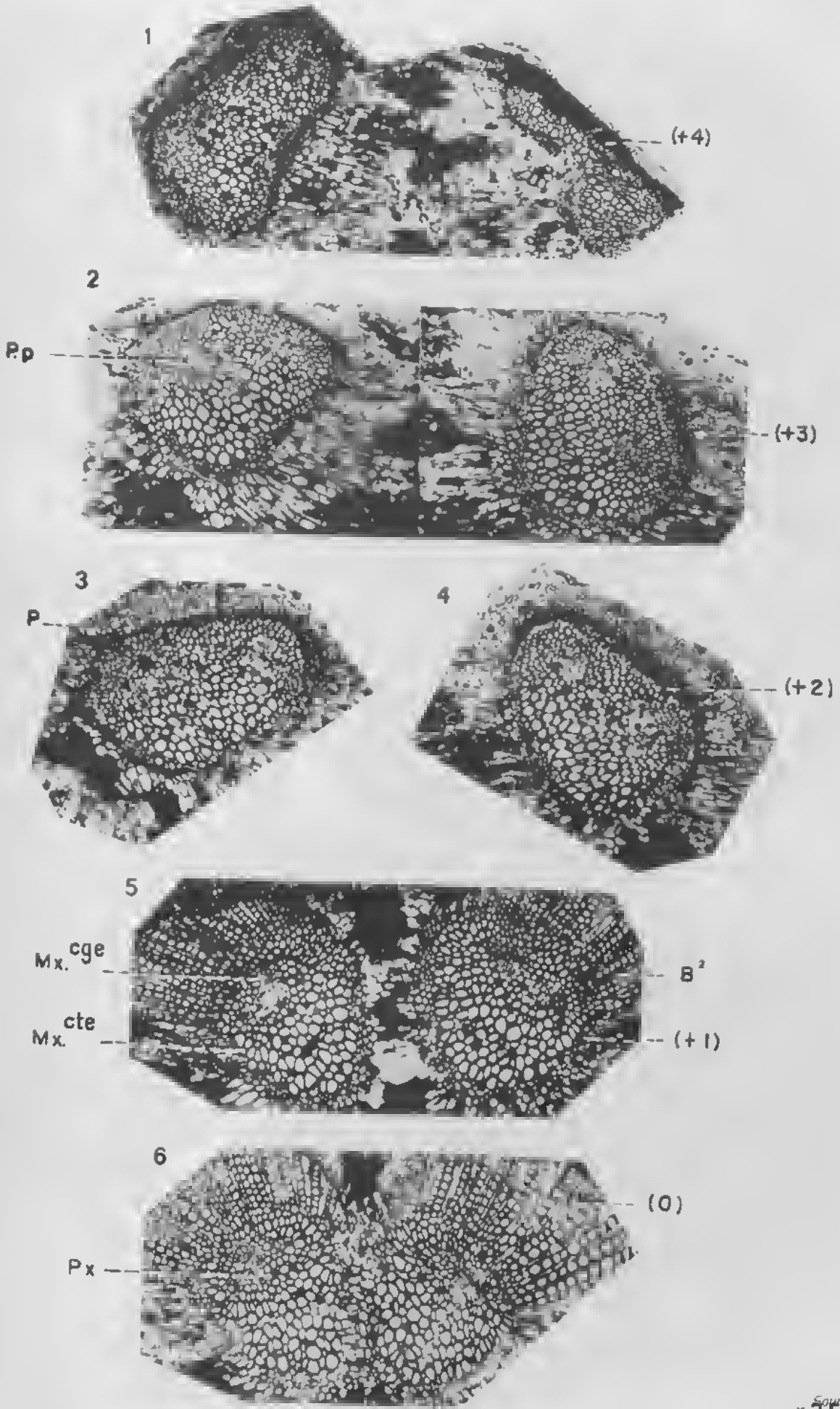
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 74

Coupes transversales des cinq traces foliaires corticales d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 4 Lx III (voir planche 66, fig. 2).
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 25.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

x 25

PLANCHE 75

Coupes transversales de tiges jeunes de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

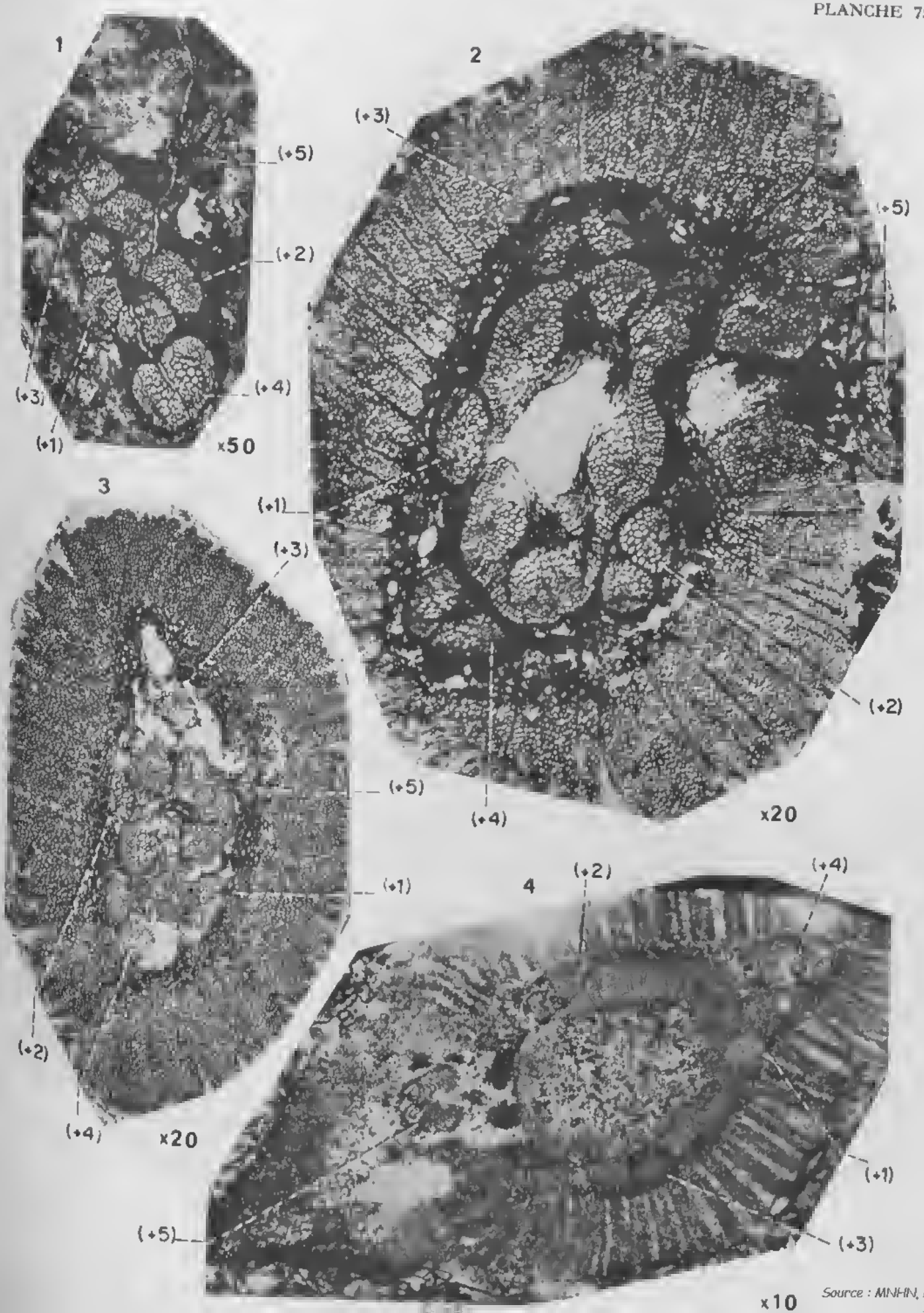
Fig. 1. – Lame mince n° M 9.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Lame mince n° 78 Lx II = 28 Lx I.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Lame mince n° H 5.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres Birbeck College.*
Gr. : = 20.

Fig. 4. – Lame mince n° M 50 d.
Origine : *Sharney Ford.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 10.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 76

Coupe transversale d'une tige jeune de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 252.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris

BIBL. Du

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 77

Coupes transversales de tiges jeunes de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié. – Section basale d'une série de coupes transversales d'une tige principale présentant un bourgeon axilaire en formation.

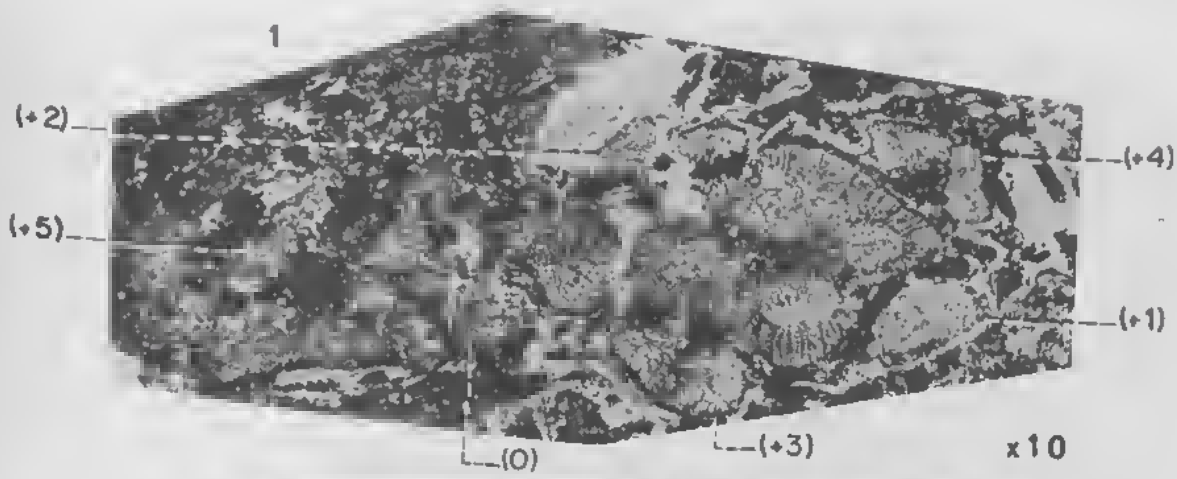
Fig. 1. – Tige jeune.
Lame mince n° M 79 m.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 10.

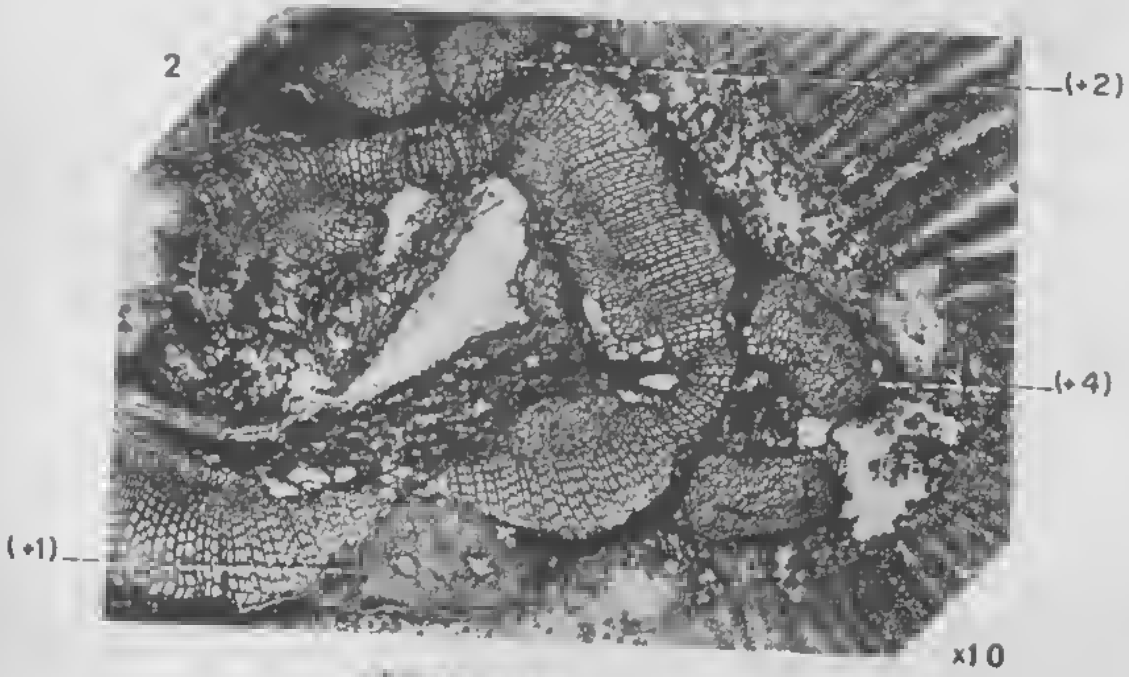
Coupe transversale d'une tige jeune de *Lyginopteris oldhamia* avec présence de faisceaux anastomosiques.

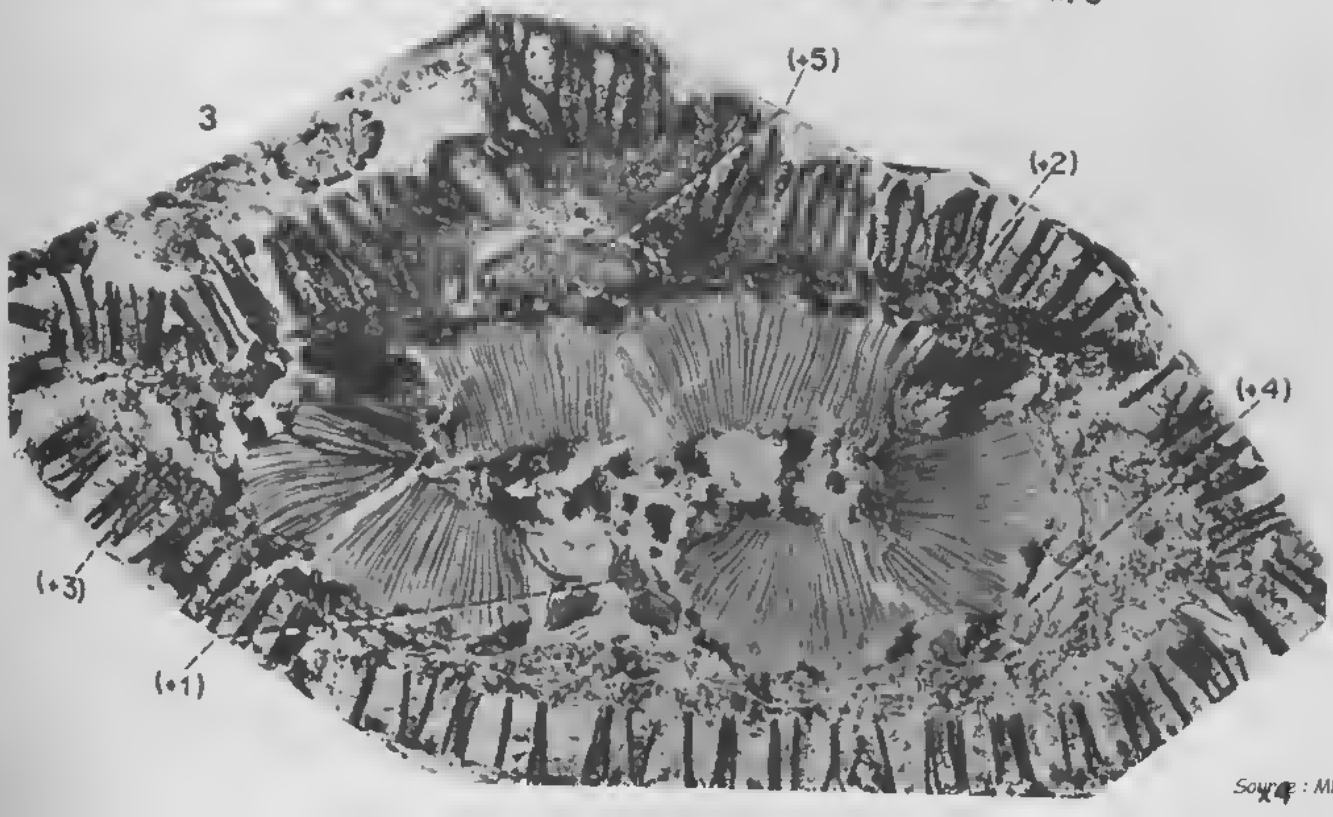
Fig. 2. – Tige jeune.
Lame mince n° 449.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Lower Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 10.

Fig. 3. – Tige principale. – Constitution du bourgeon axillaire au niveau de (+ 5). – Sectionnement d'une racine adventive au niveau de (+ 2).
Lame mince n° M 25 a.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris







Source : MNHN, Paris

PLANCHE 78

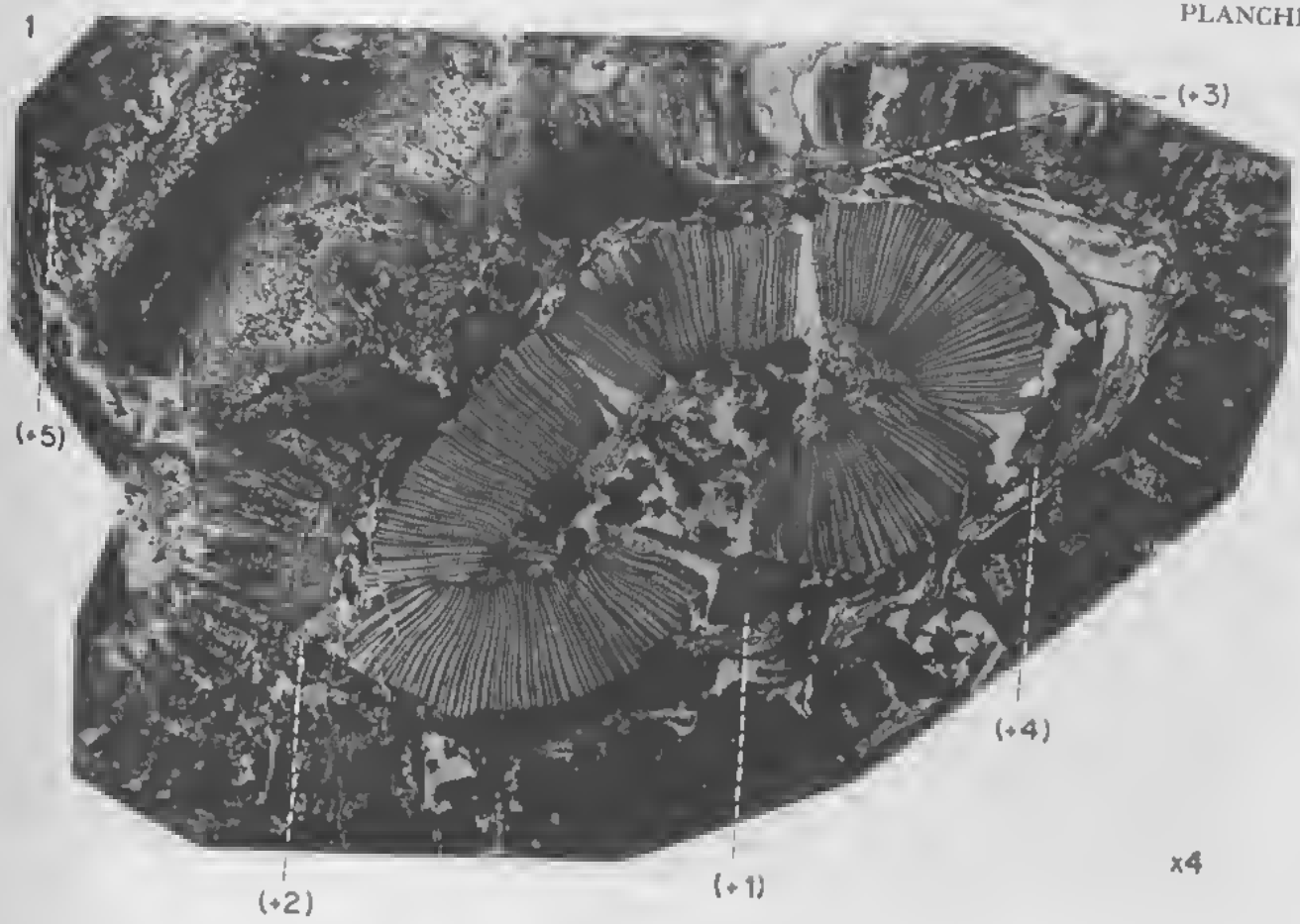
Formation d'un bourgeon axilaire dans une tige principale de *Lyginopteris oldhamia (suite)*.

Fig. 1. – Coupe transversale avec début de formation du bourgeon axilaire.
Lame mince n° M 25 c = n° M 25 b.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Détail du bourgeon axilaire en formation.
Lame mince n° M 25 f.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 15.

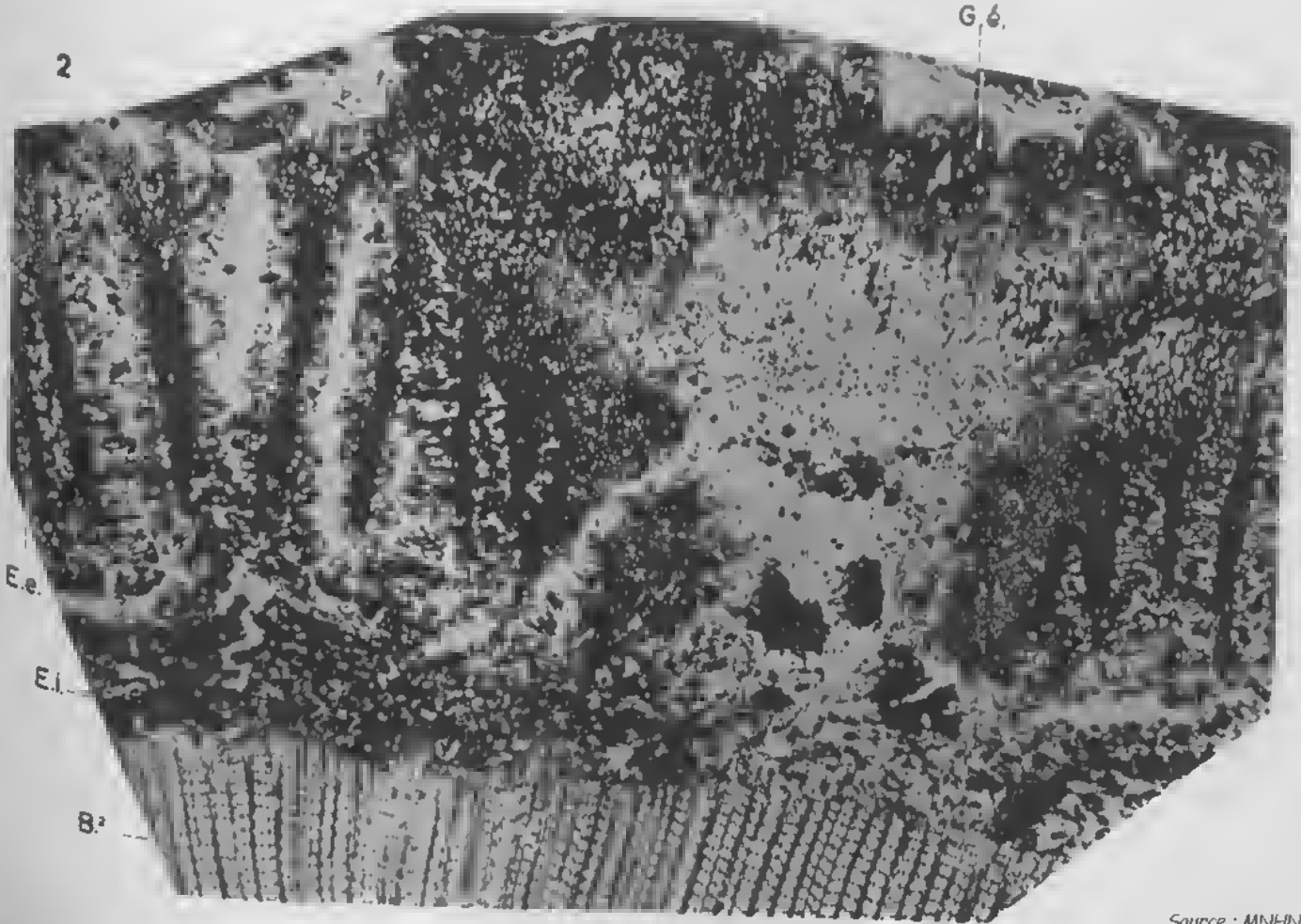
Source : MNHN, Paris

1



x4

2



Source : MNHN, Paris

x15

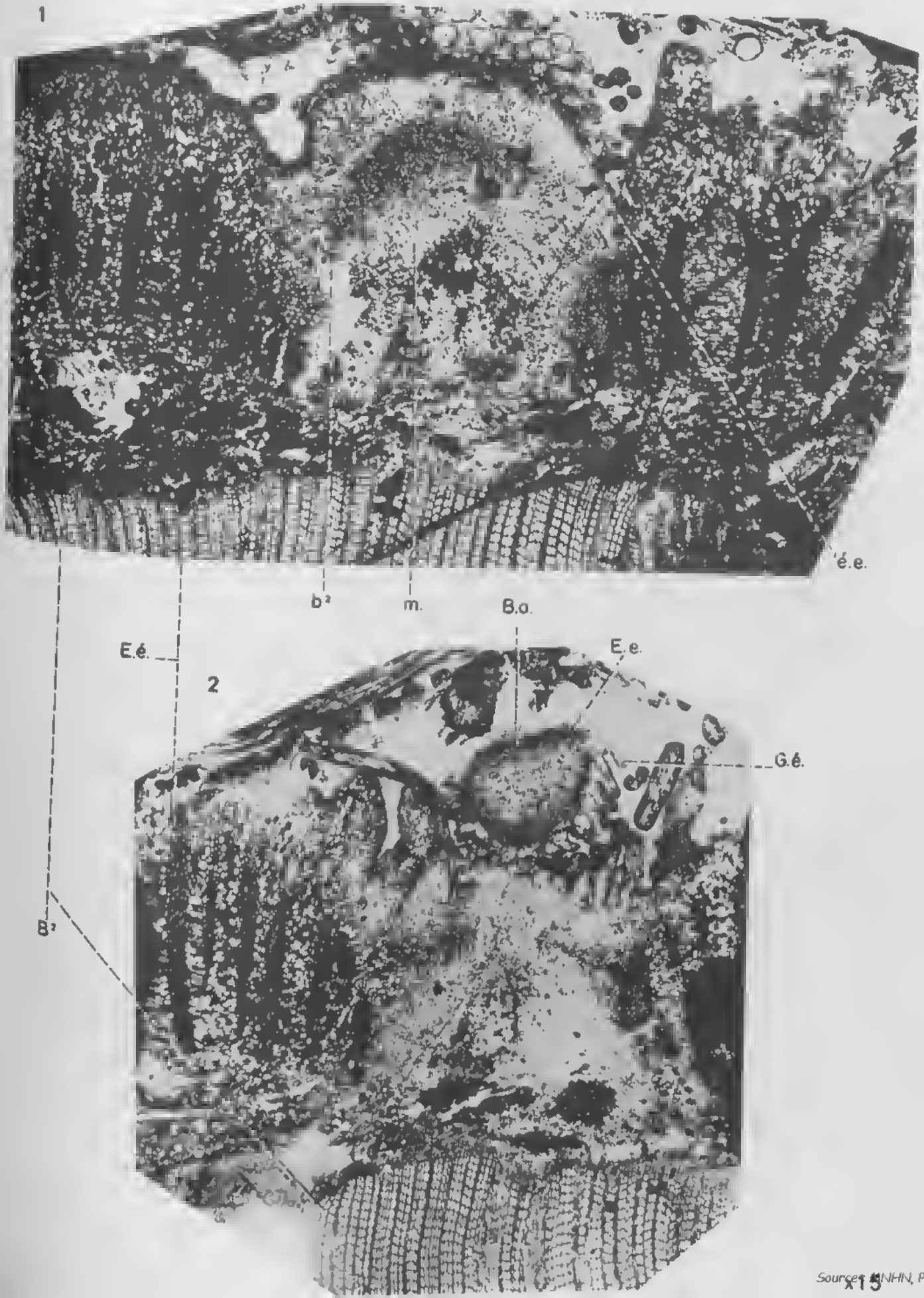
PLANCHE 79

Détail de la formation d'un bourgeon axilaire dans une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° M 25 g.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. 2. – Lame mince n° M 25 h.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris



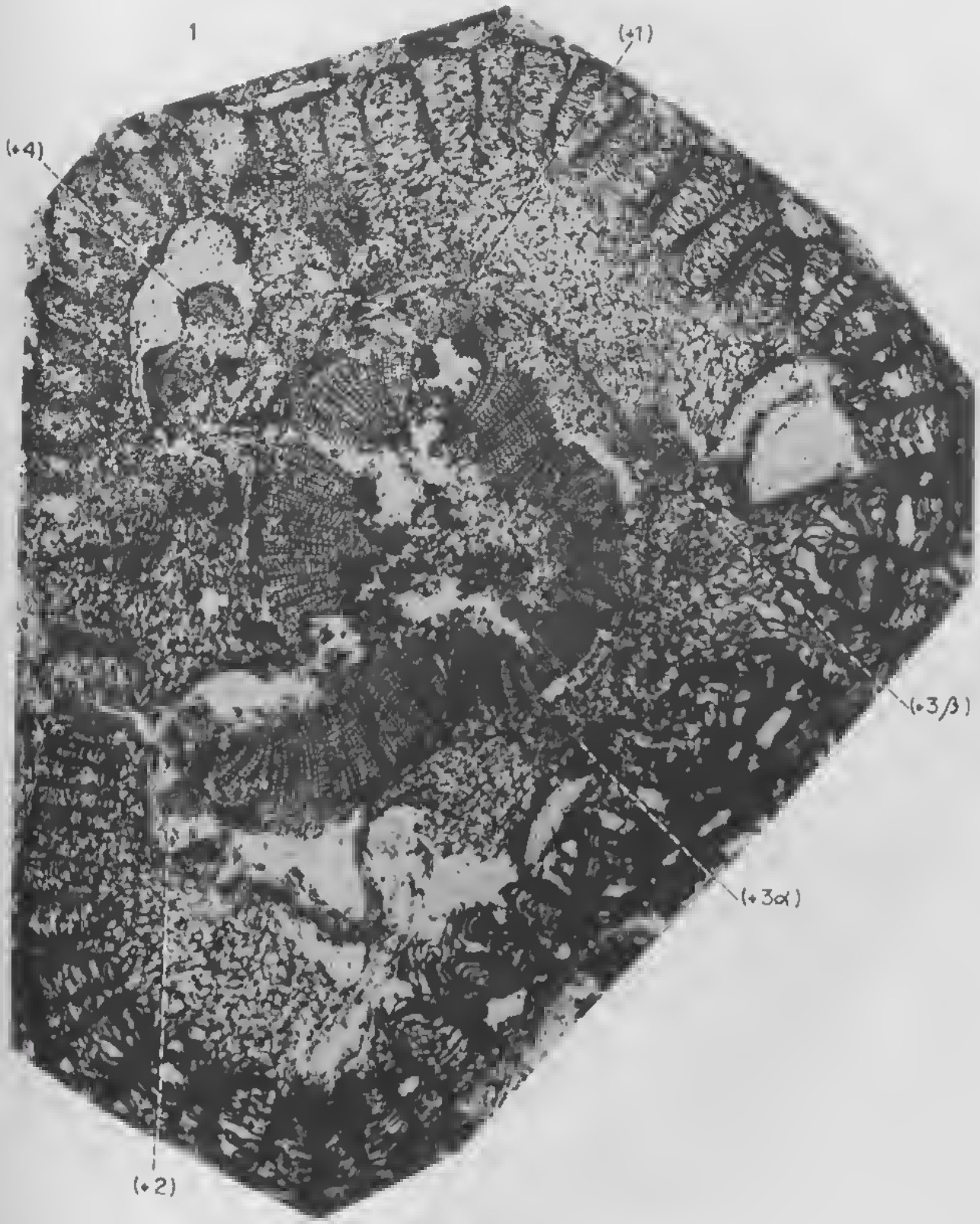
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 80

Section basale d'une série de coupes transversales d'une tige principale émettant une ramification axilaire du type I de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. Lame mince n° 2074.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 9.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 81

Coupe transversale de la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié
dans la région où se forme la ramification axilaire du type I *(suite)*.

Fig. 1. – Lame mince n° 2078.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Landres (British Museum)*.
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU

Source : MNHN, Paris
x 20

PLANCHE 82

Coupe transversale du rameau axilaire du type I de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié, non encore complètement individualisé *(suite)*.

Fig. 1. – Lame mince n° 2084.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (British Museum)*.
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris

MUSEUM

Sources MNHN, Paris

PLANCHE 83

Coupes transversales de la tige principale et de son rameau axilaire du type I chez *Lyginapteris oldhamia* (Binney) Potonié *(suite)*.

Fig. 1. – Lame mince n° 2089.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Caal. Measures*.
Collection : *Landres (British Museum)*.
Gr. : = 10.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris
x 10

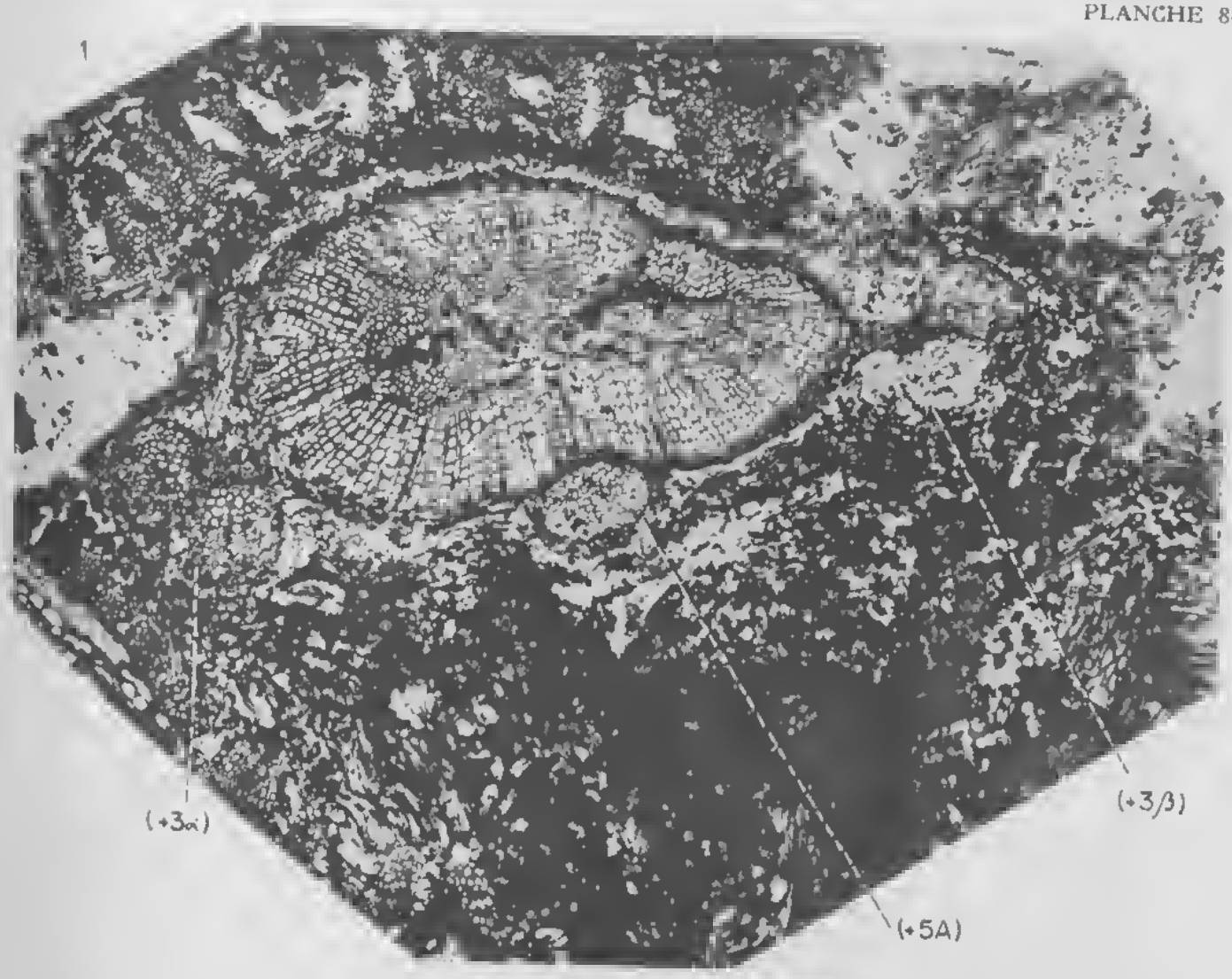
PLANCHE 84

Ramifications axilaires du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié *(suite)*.

Fig. 1. – Lame mince n° 2091.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Landres (British Museum).*
Gr. : = 30.

Fig. 2. – Lame mince n° 2094.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Caal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 30.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

x30

PLANCHE 85

Coupes transversales sériées de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axilaire du type I.

Fig. 1. – Lame mince n° 37 (1846).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

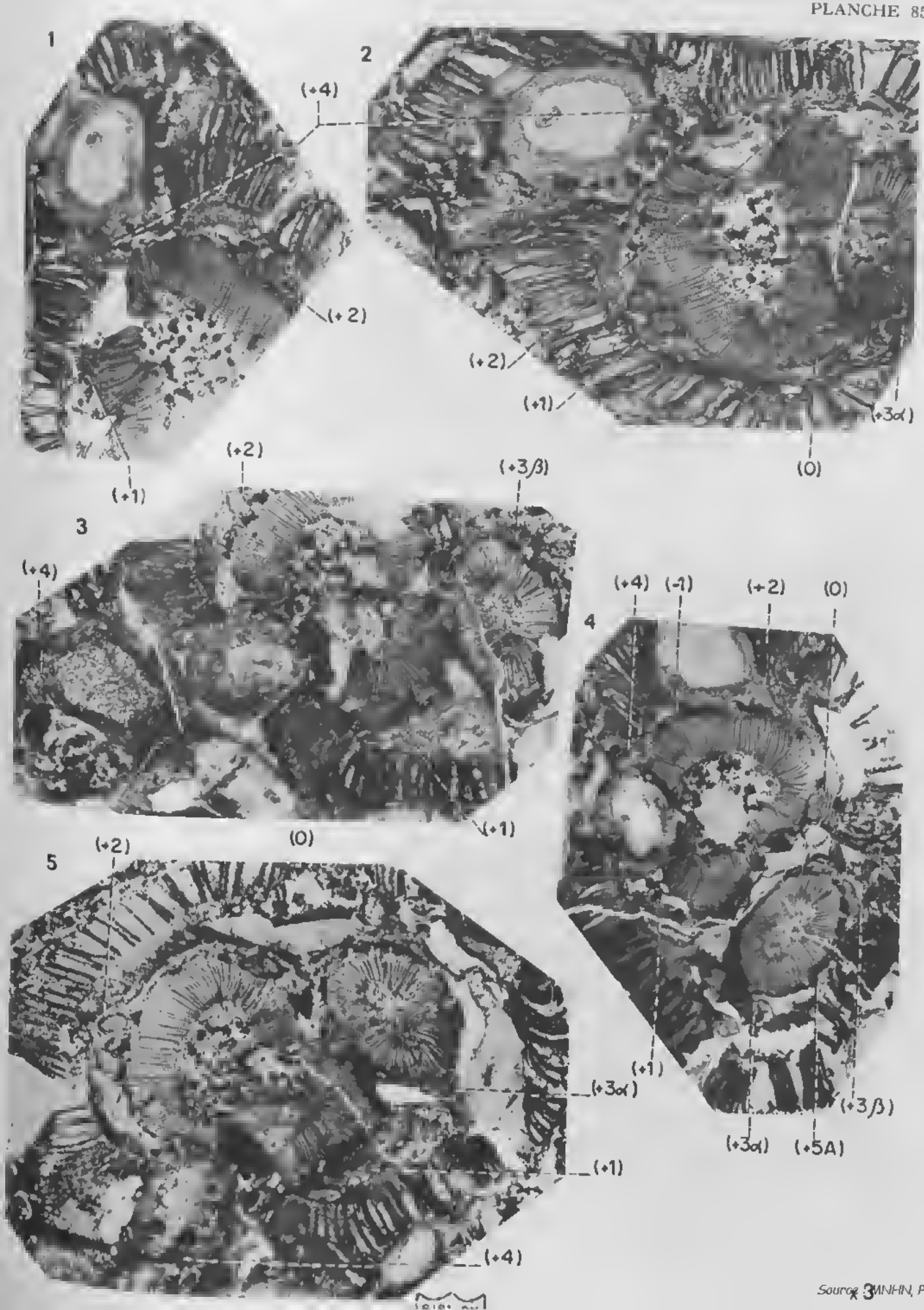
Fig. 2. – Lame mince n° 515/5.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

Fig. 3. – Lame mince n° 515/2.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

Fig. 4. – Lame mince n° 39 (1846).
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. 5. – Lame mince n° 515/6.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 86

Coupes transversales sériées de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axilaire du type I *(suite)*.

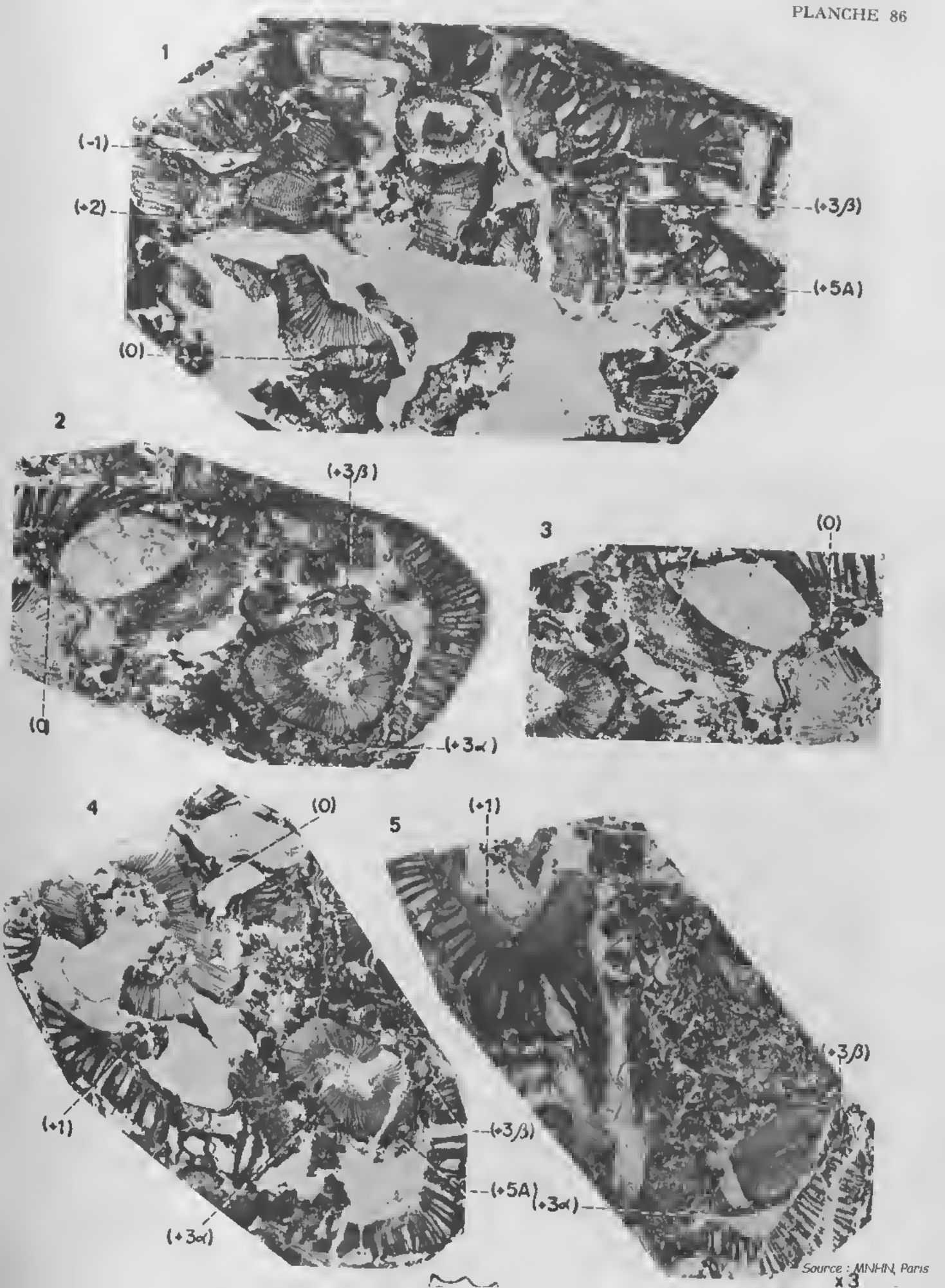
Fig. 1. – Lame mince n° T.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

Fig. 2 et 3. – Lame mince n° 515/8.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 3.

Fig. 4. – Lame mince n° 40.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. 5. – Lame mince n° 41.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

x 3

PLANCHE 87

Tiges principales et ramifications axillaires du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Détail de la région médullaire de la tige principale figurée pl. 85, fig. 1.
Lame mince n° 37.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

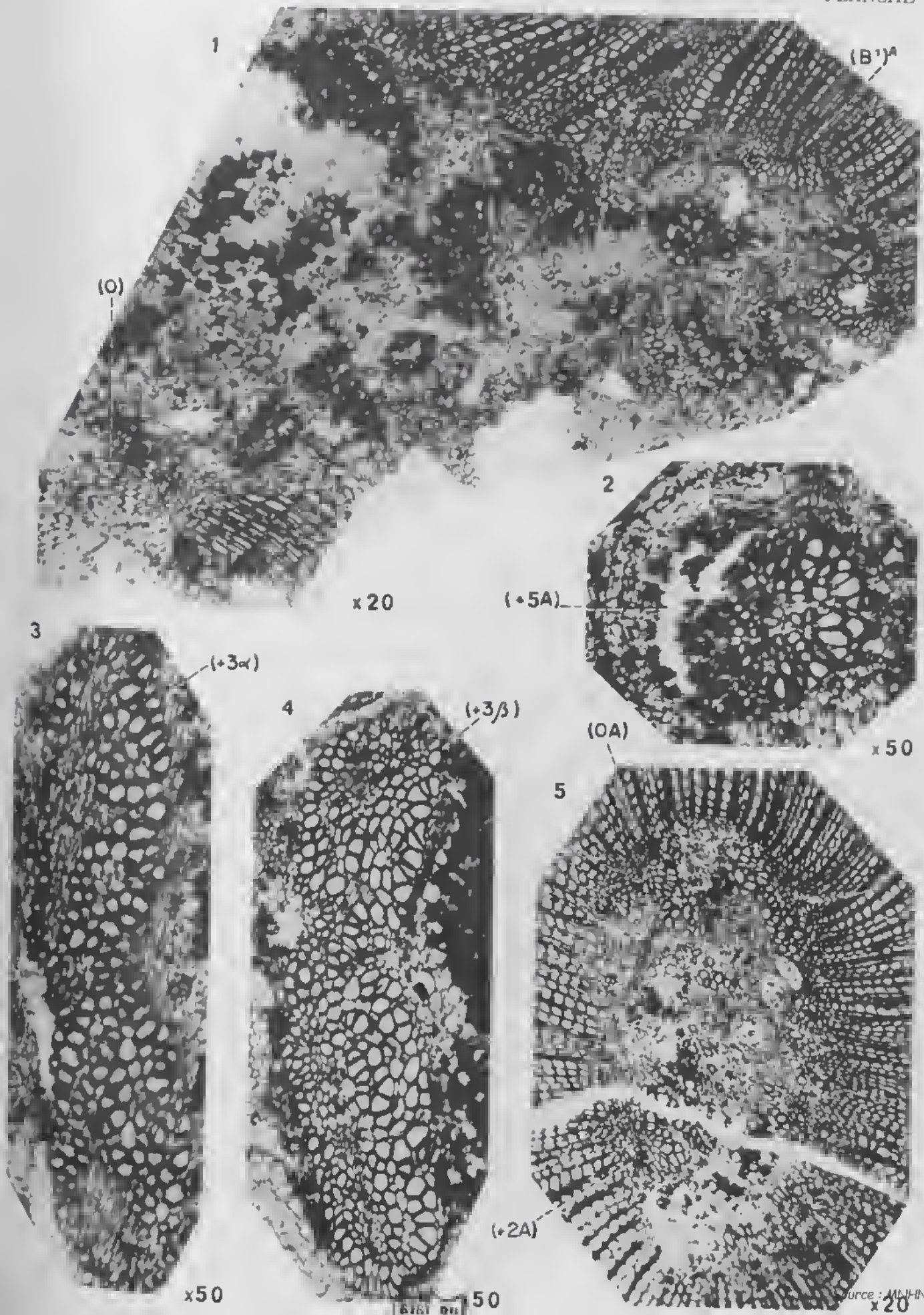
Fig. 2. – Détail du faisceau (+ 5 A) de la tige figurée pl. 86, fig. 4.
Lame mince n° 40.
Origine : *Shore Littleborough.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 3. – Détail du faisceau (+ 3 α) de la tige figurée pl. 85, fig. 4.
Lame mince n° 39.
Origine : *Shore Littleborough.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 4. – Détail du faisceau (+ 3 β) de la tige figurée pl. 85, fig. 4.
Lame mince n° 39.
Origine : *Shore Littleborough.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 5. – Détail de la région médullaire du futur rameau axillaire du type I figuré pl. 85, fig. 4.
Lame mince n° 39.
Origine : *Shore Littleborough.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 88

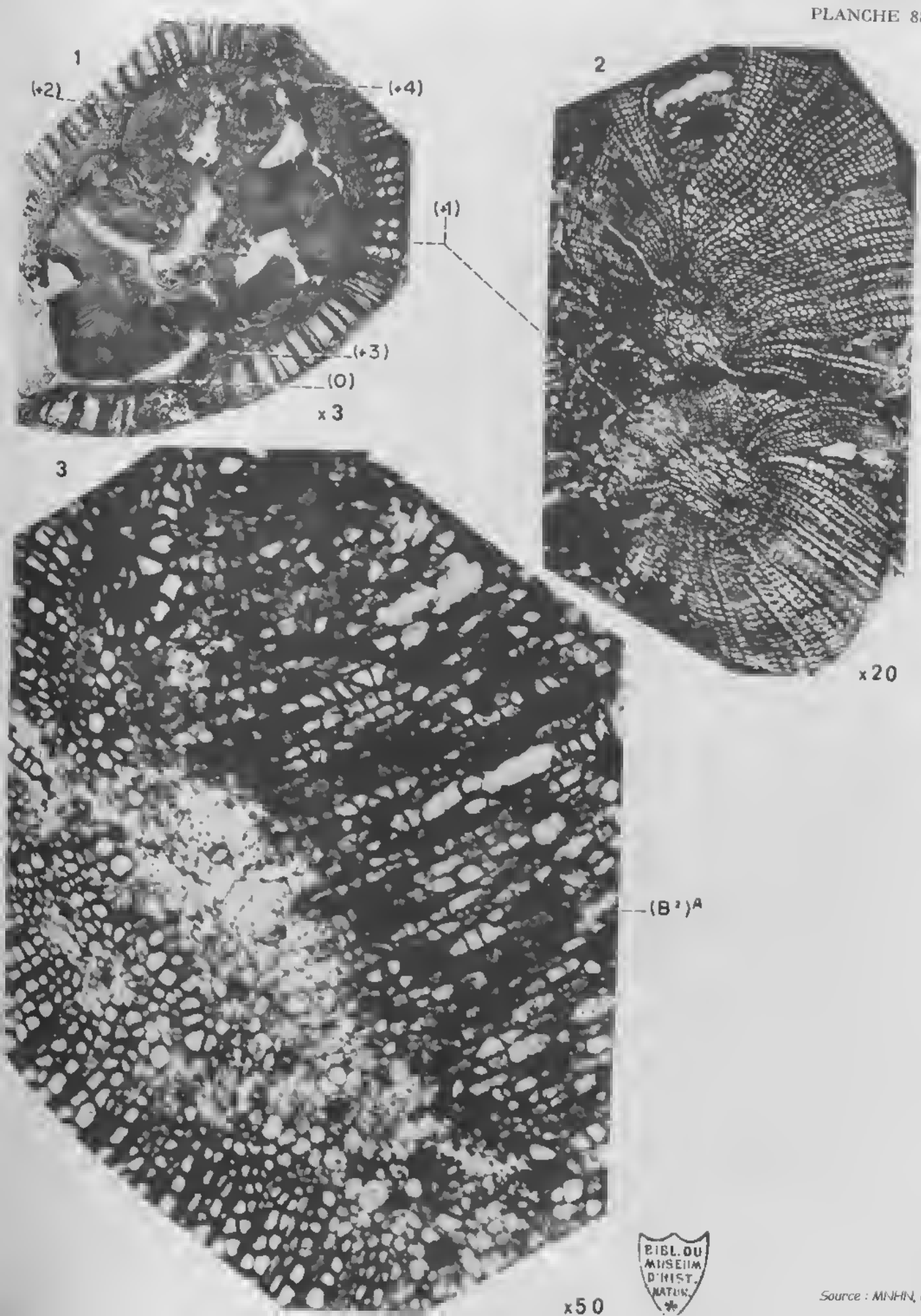
Tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axilaire du type I.

Fig. 1. – Coupe transversale de la tige.
Lame mince n° 26 Lx I.
Origine : *Oldham (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. 2. – Détail du faisceau cortical (+ 1) de la tige figurée pl. 88, fig. 1.
Lame mince n° 26 Lx I.
Origine : *Oldham (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Détail de la partie gauche de la région médullaire de la tige figurée pl. 88, fig. 1.
Lame mince : n° 26 Lx I.
Origine : *Oldham (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 89

Falsceau cortical et coupes transversales sériées d'une tige principale émettant une ramification axilaire du type I, chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

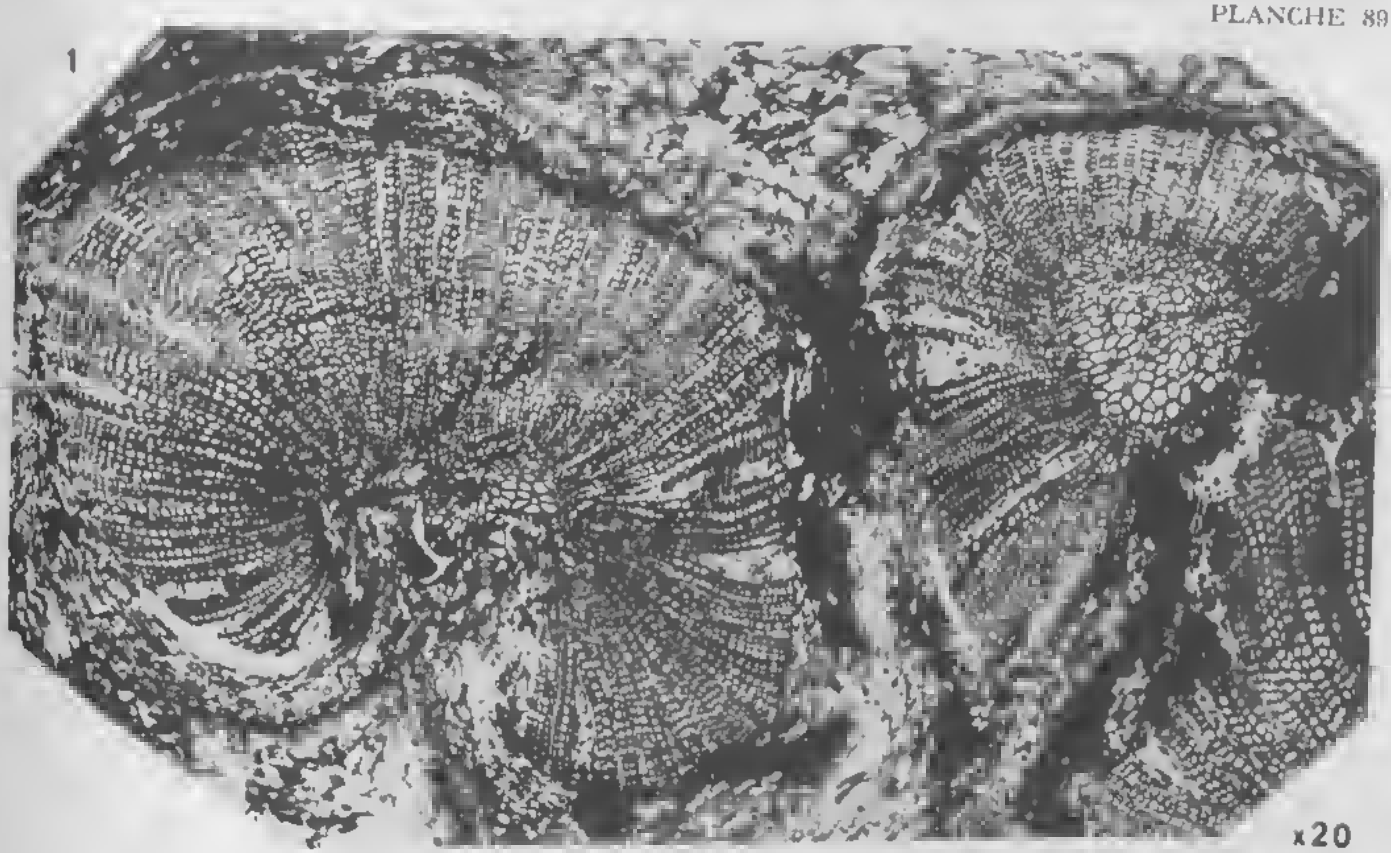
Fig. 1. – Falsceau cortical (+ 2) de la tige figurée pl. 88, fig. 1.
Lame mince n° 26 Lx 1.
Origine : *Oldham (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

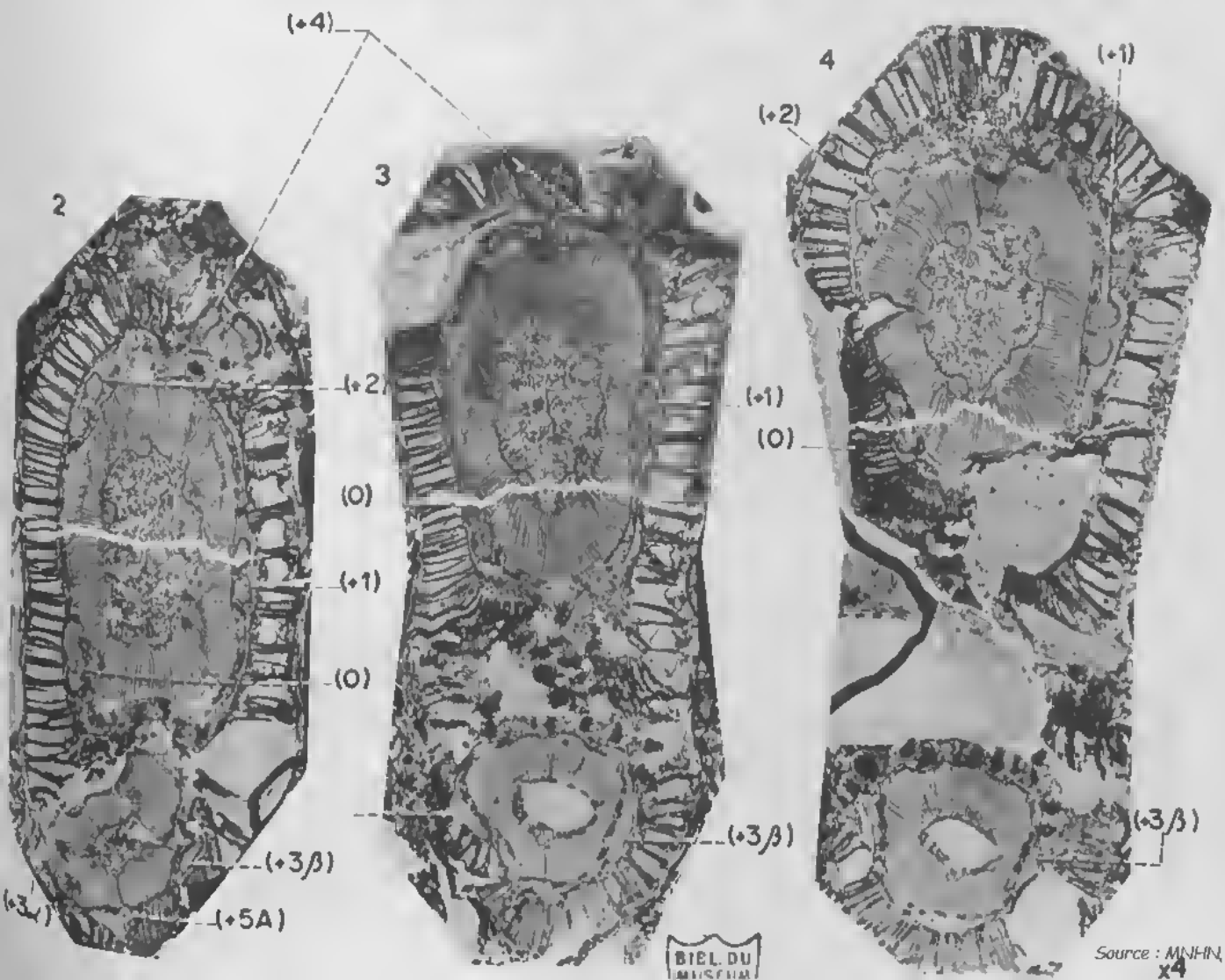
Fig. 2. – Coupes transversales sériées.
Lame mince n° 82.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° 83.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Lame mince n° 84.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 90

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axilaire du type I.

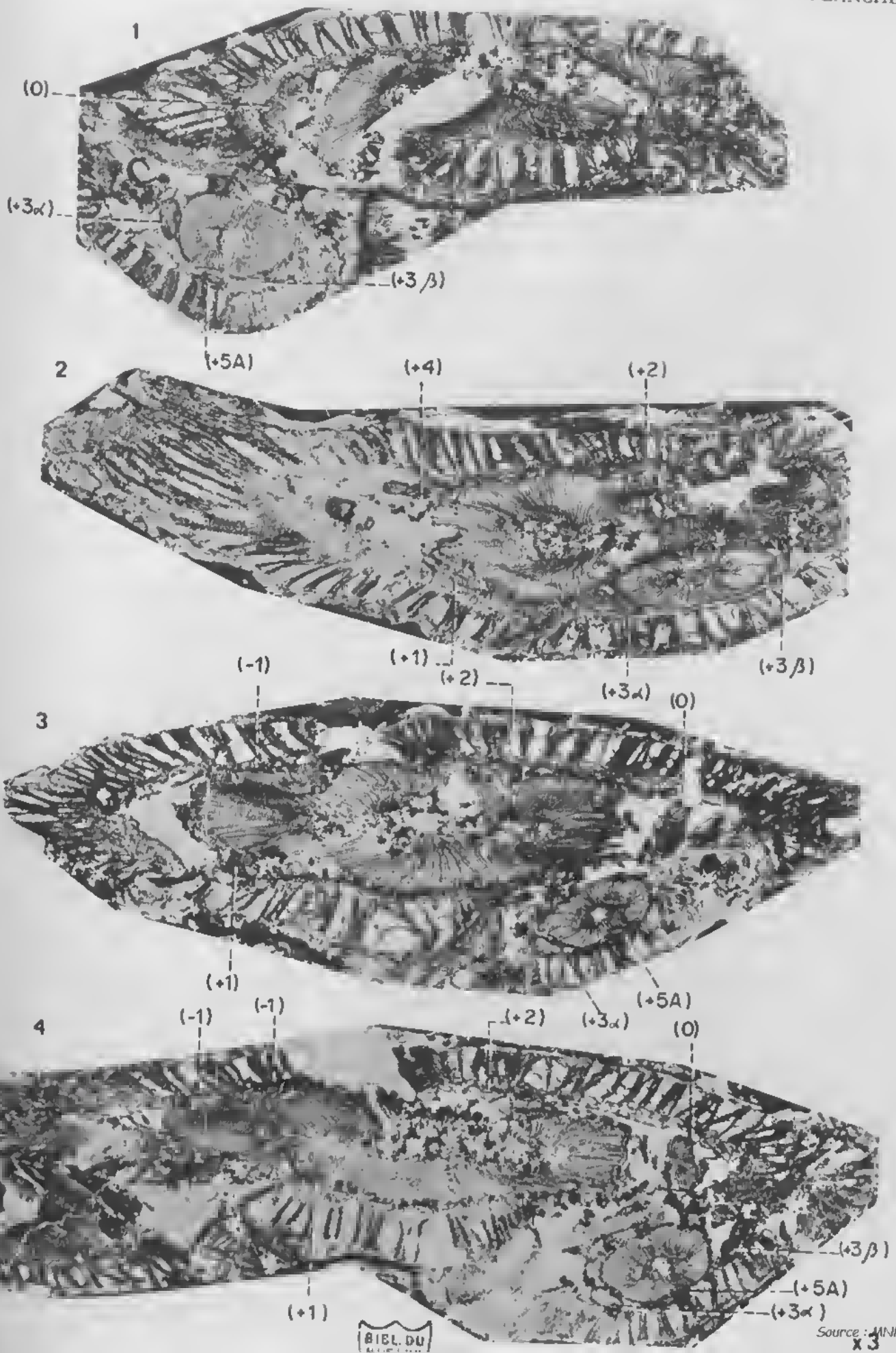
Fig. 1. – Lame mince n° m 56 a.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Fig. 2. – Lame mince n° m 56 f.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Fig. 3. – Lame mince n° m 56 h.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Fig. 4. – Lame mince n° m 56 k.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

x 3

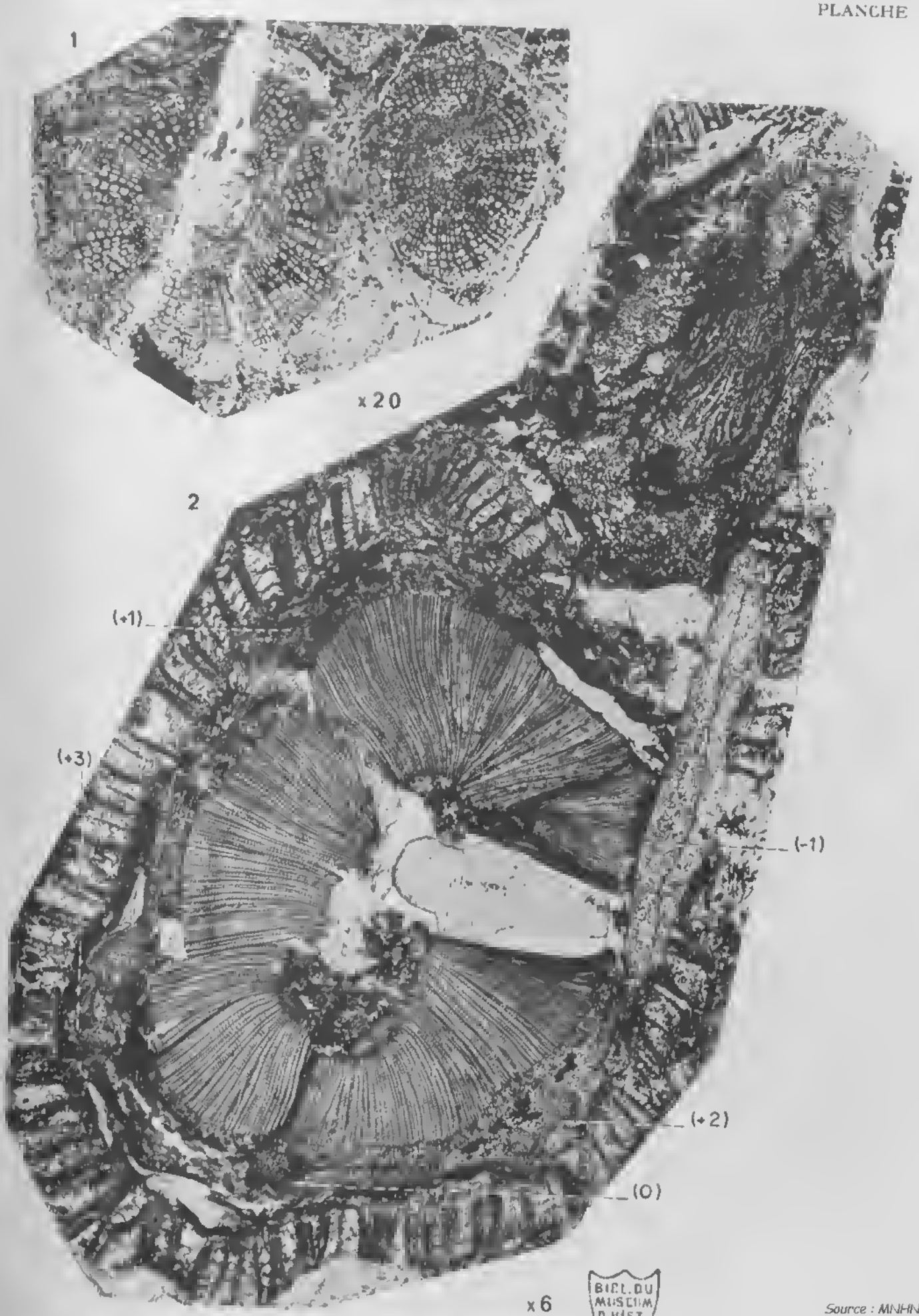
PLANCHE 91

Coupes transversales isolées de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* émettant une ramification axilaire du type I.

Fig. 1. – Lame mince n° 000.
Origine : ?
Niveau : ?
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 20.

Fig. 2. – Coupe transversale isolée d'une tige principale émettant une ramification axilaire du type I.
Lame mince n° 1827 (15).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 92

Coupes transversales isolées de ramifications axilaires du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. 1. – Lame mince n° H 6.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Birbeck College).*
Gr. : = 4.

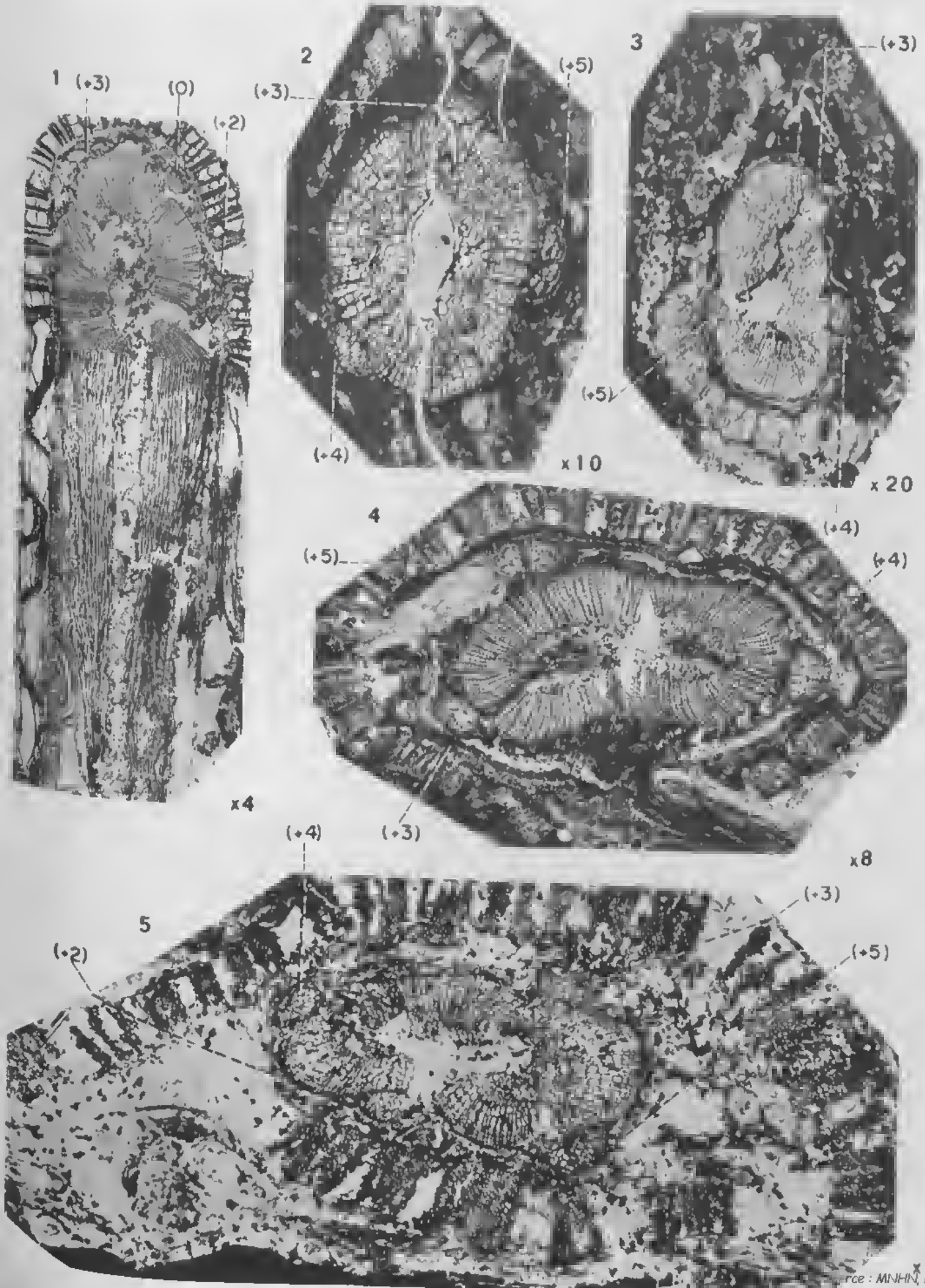
FIG. 2. – Lame mince n° 471.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 10.

FIG. 3. – Lame mince n° R 19.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 20.

FIG. 4. – Lame mince n° 77 Lx II = 58 Lx 11.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 8.

FIG. 5. – Lame mince n° 189.
Origine : *Halifax.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Imperial College).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



rce : MNHN, Paris

PLANCHE 93

Ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Coupe transversale d'une ramification.
Lame mince n° H 15.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Birbeck College).*
Gr. : = 20.

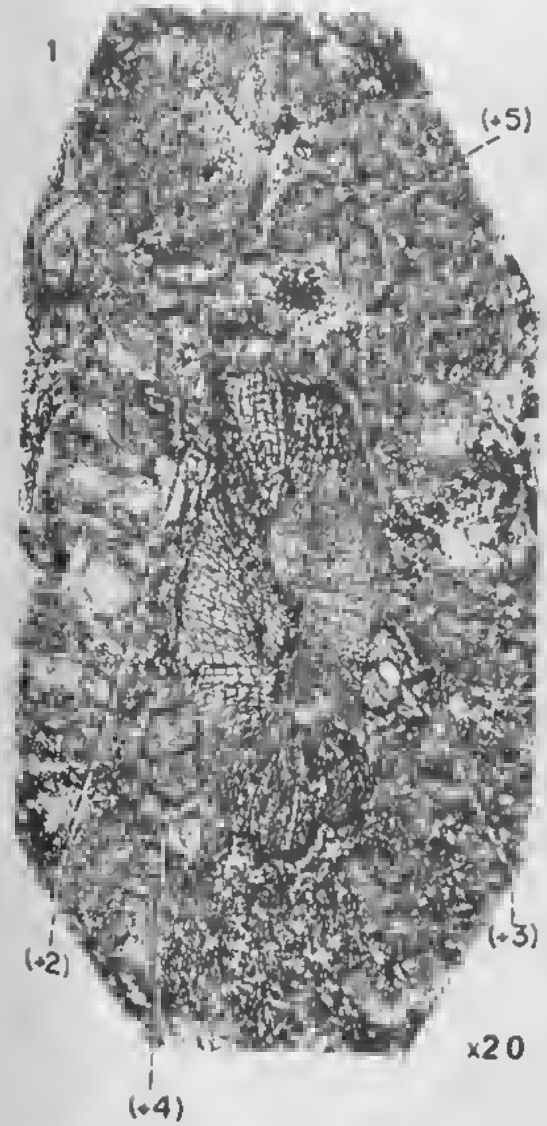
Fig. 2. – Coupe transversale d'une ramification.
Lame mince n° 55 C (318).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

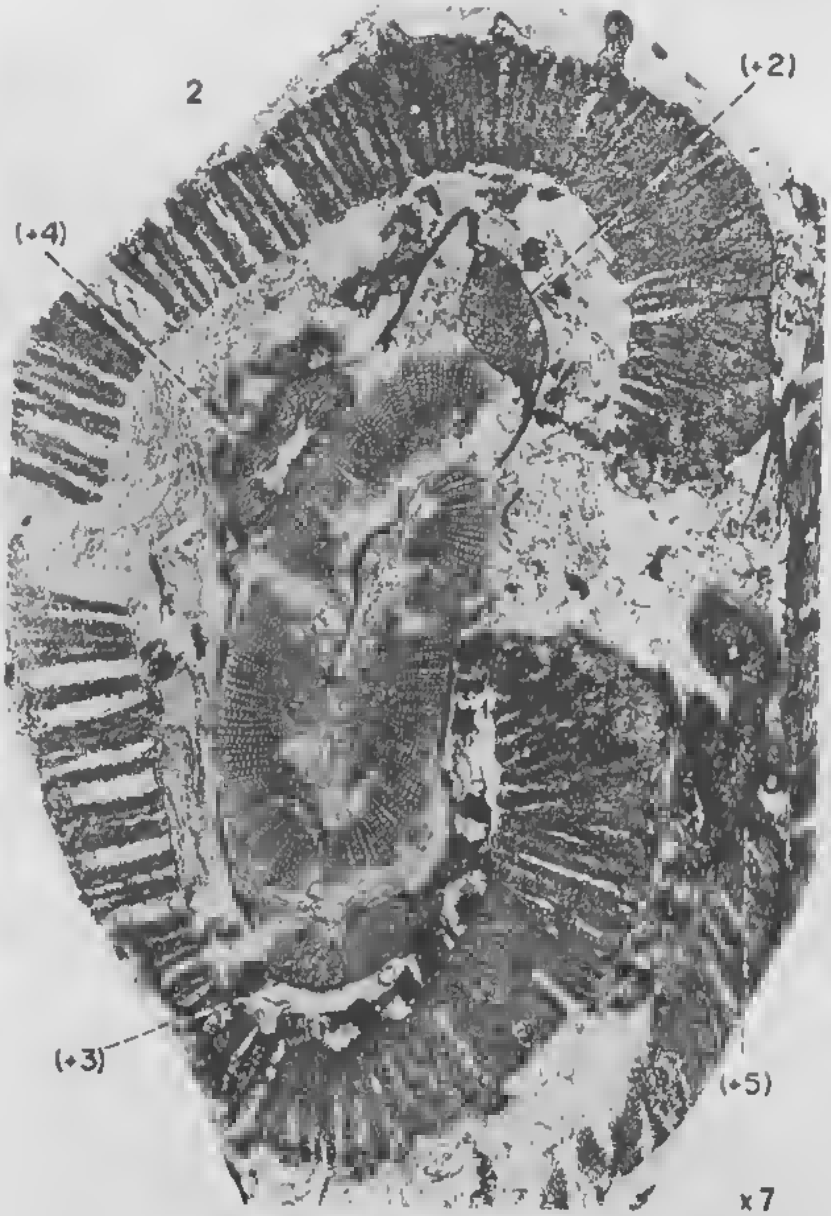
Fig. 3. – Coupe transversale du faisceau cortical (+ 5) de la ramification figurée pl. 92, fig. 4.
Lame mince n° 58 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

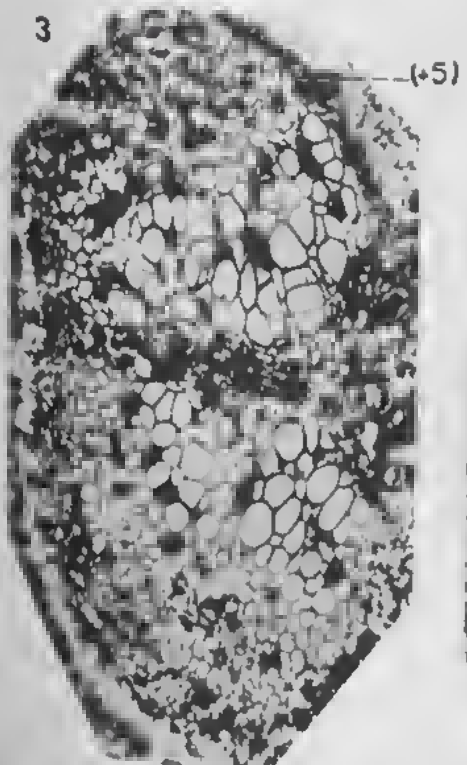
Fig. 4. – Coupe transversale du faisceau cortical (+ 4) de la ramification figurée pl. 92, fig. 4.
Lame mince n° 58 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

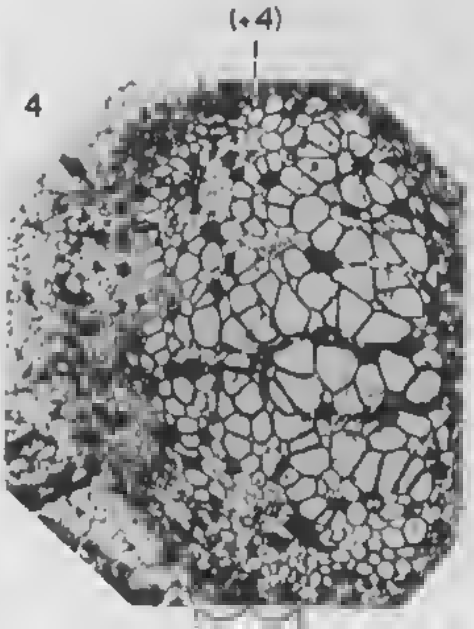
Fig. 5. – Coupe transversale du faisceau cortical (+ 3) de la ramification figurée pl. 92, fig. 4.
Lame mince n° 58 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

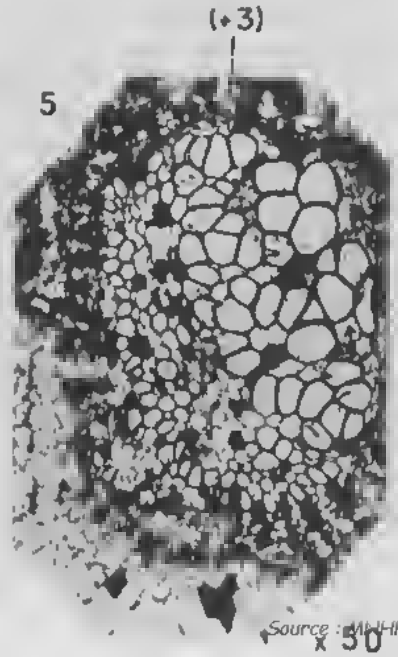
Source : MNHN, Paris











Source : MNHN, Paris

PLANCHE 94

Coupe transversale des faisceaux périmédullaires d'une ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 58 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris

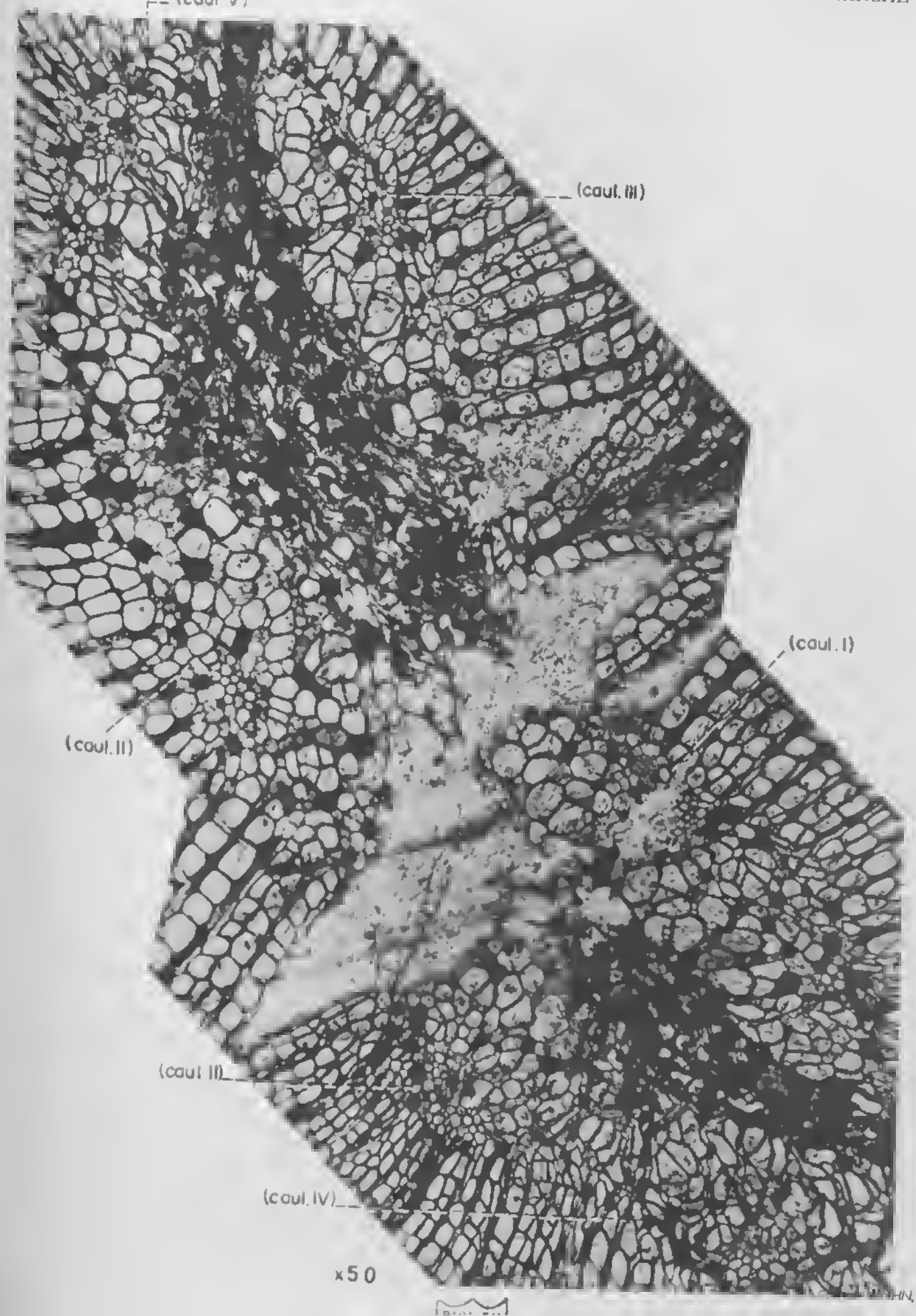

1
(caul. V)
(caul. III)
(caul. I)
(caul. II)
(caul. II)
(caul. IV)
×50

PLANCHE 95

Ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. 1. – Coupe transversale de la ramification.
Lame mince n° 1856 IT 6.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Veine Cunégonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 8.

FIG. 2. – Coupe transversale des faisceaux périmédullaires de la ramification.
Lame mince n° 1856 IT 6.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : Veine Cunégonde.
Collection : Université de Lille.
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris

1
(+4)
(+2)
(+3)
(+5)
x 8

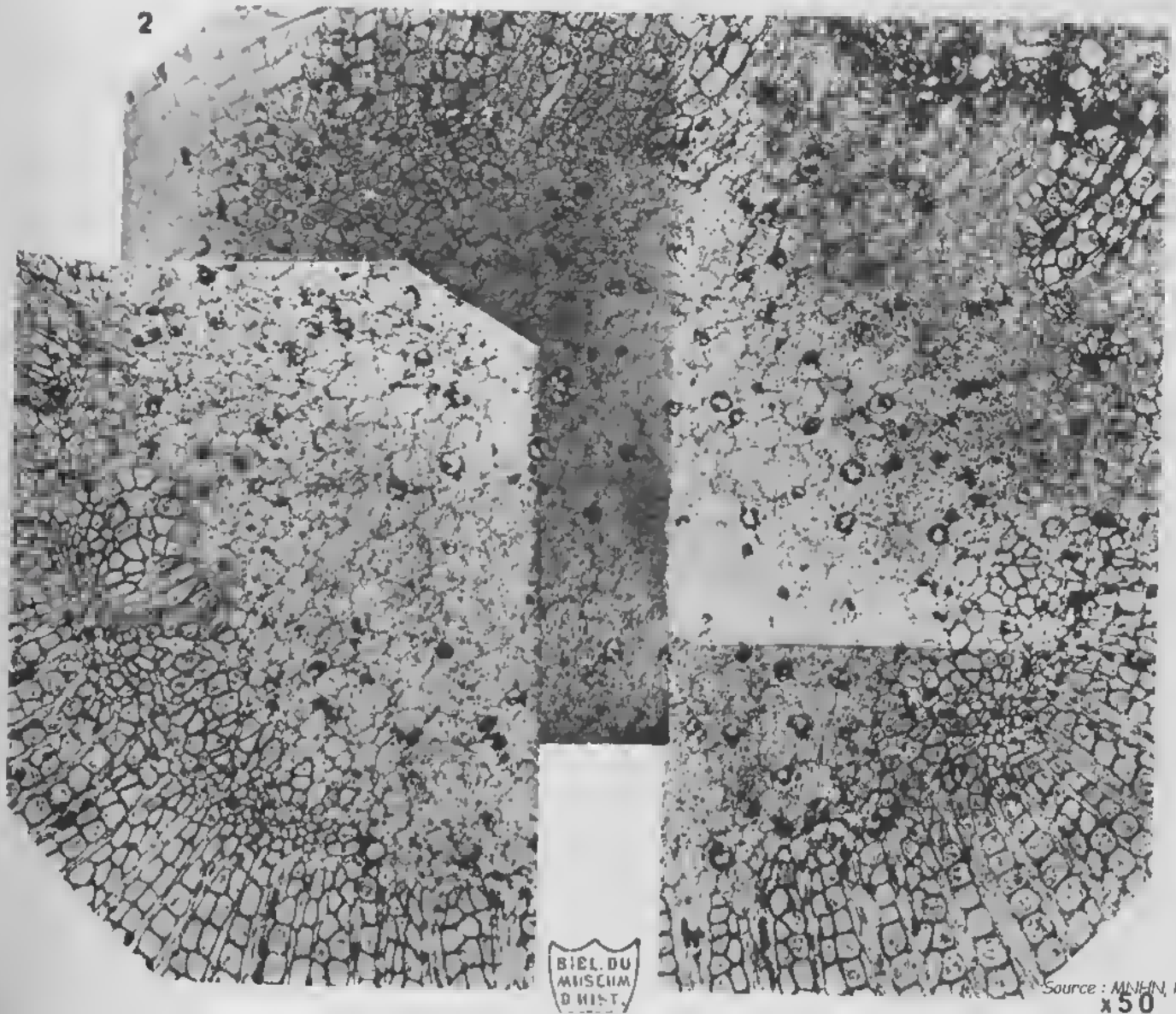

2
BIBL. DU MUSEUM D'HIST.
Source : MNHN, Paris
x 50

PLANCHE 96

Coupes transversales sériées d'une ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 124 A (381).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

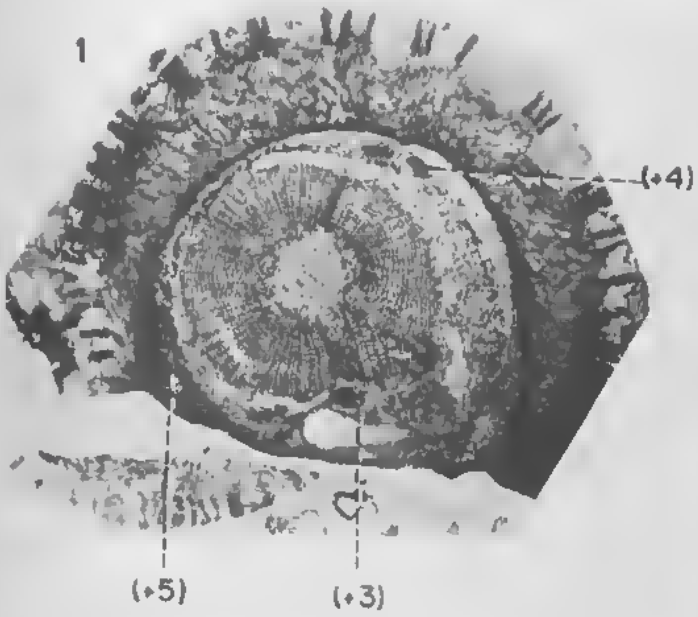
Fig. 2. – Lame mince n° 124 E (327).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

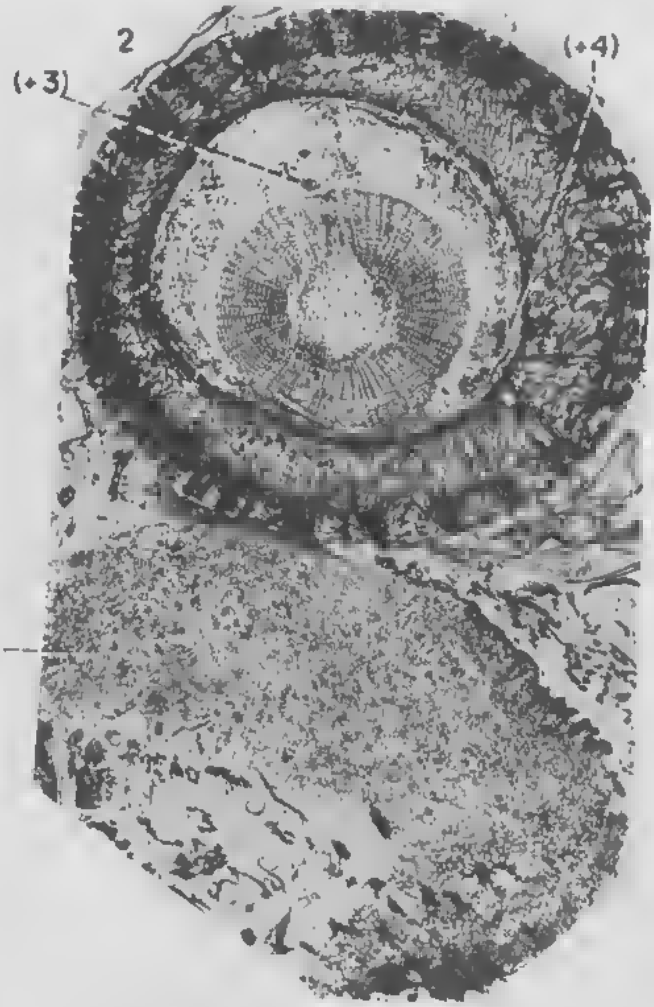
Fig. 3. – Lame mince n° 124 f.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

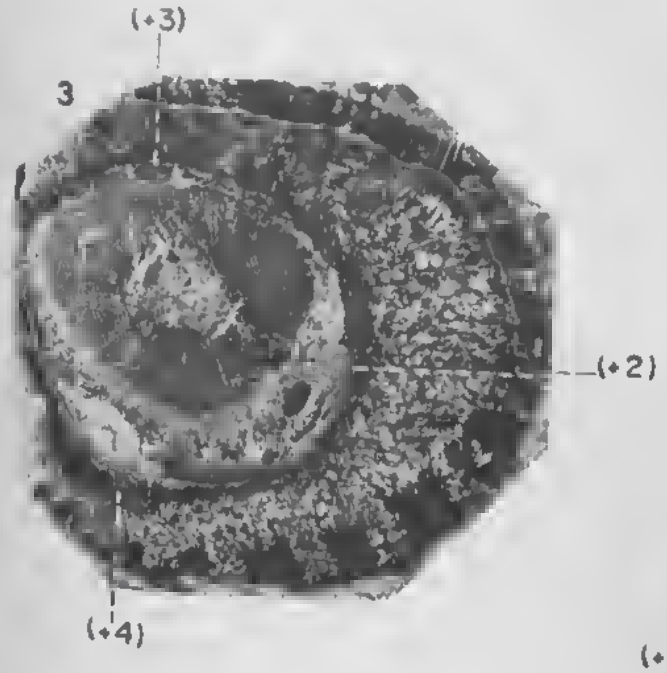
Fig. 4. – Lame mince n° 124 n (336).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

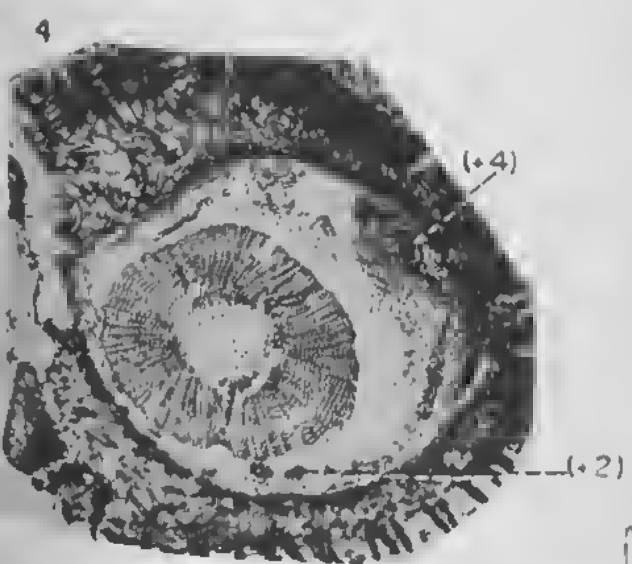
Fig. 5. – Lame mince n° 124 w (350).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Koksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

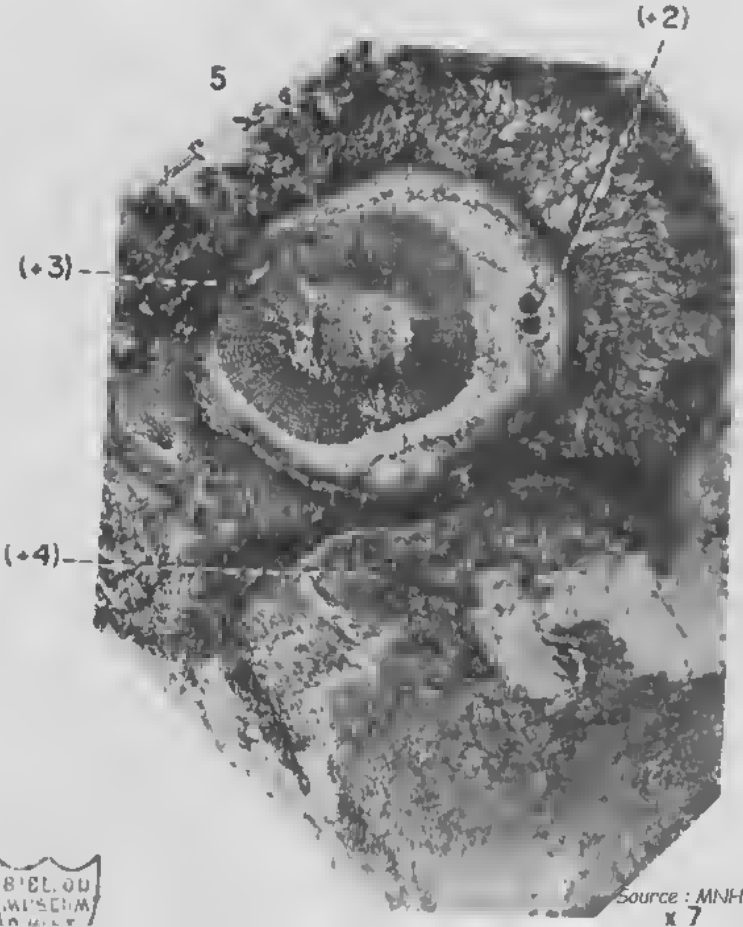
Source : MNHN, Paris











Source : MNHN, Paris

x 7

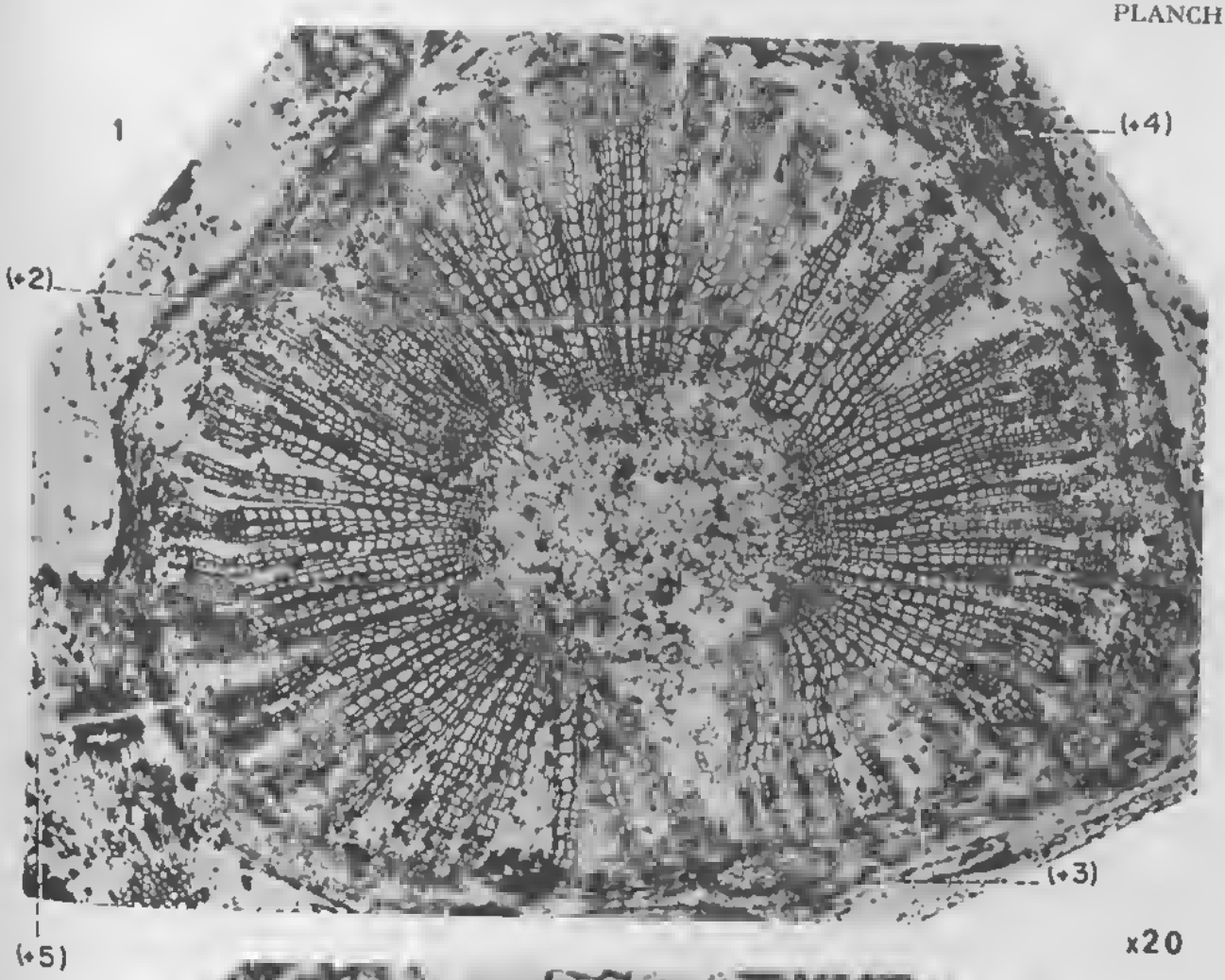
PLANCHE 97

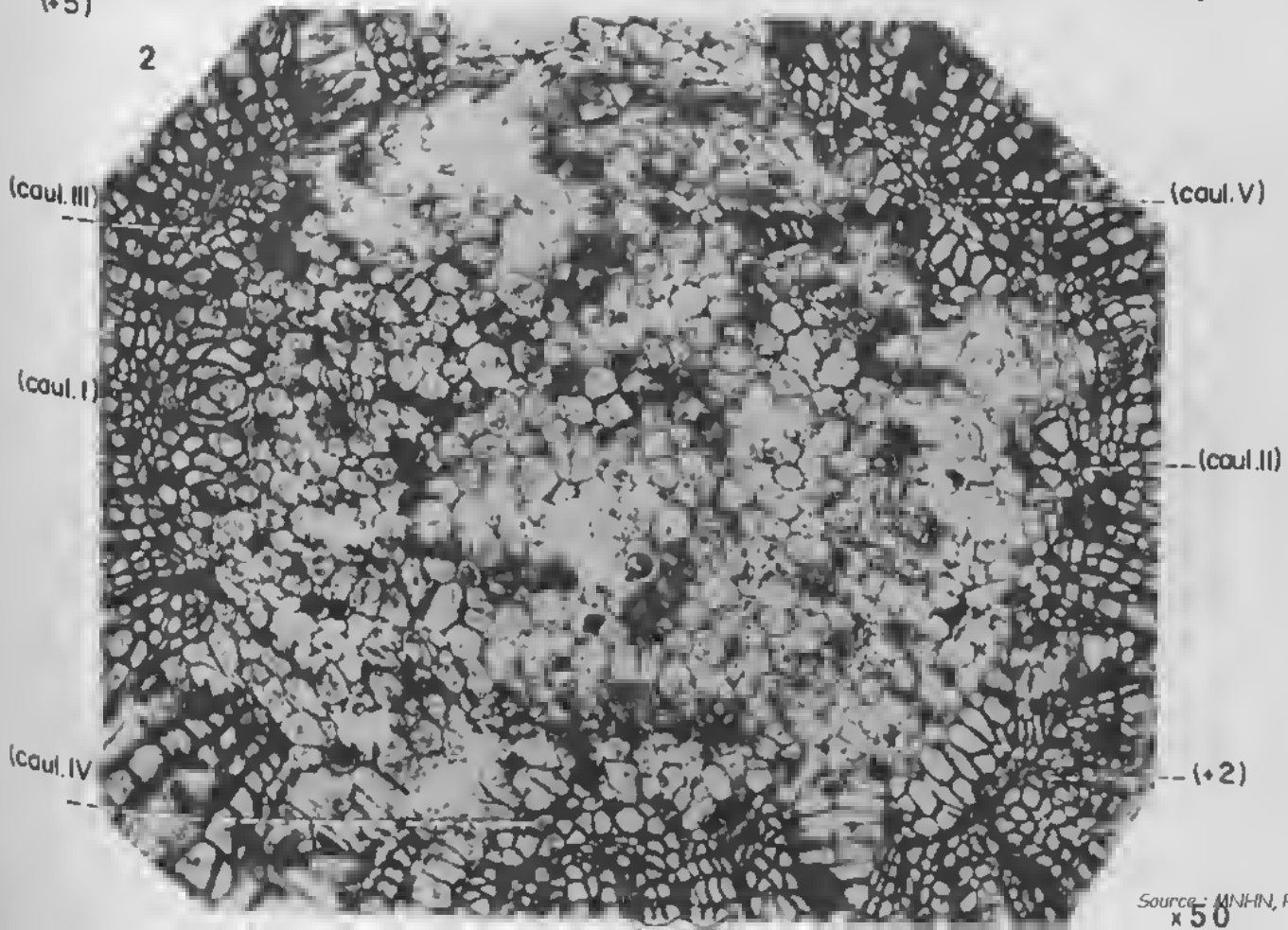
Ramification axiiaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Coupes transversales de la ramification.
Lame mince n° NL n° 13.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 2. – Détail de la région médullaire de la fig. 1, pl. 45.
Lame mince n° NL n° 13.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris





Source: MNHN, Paris

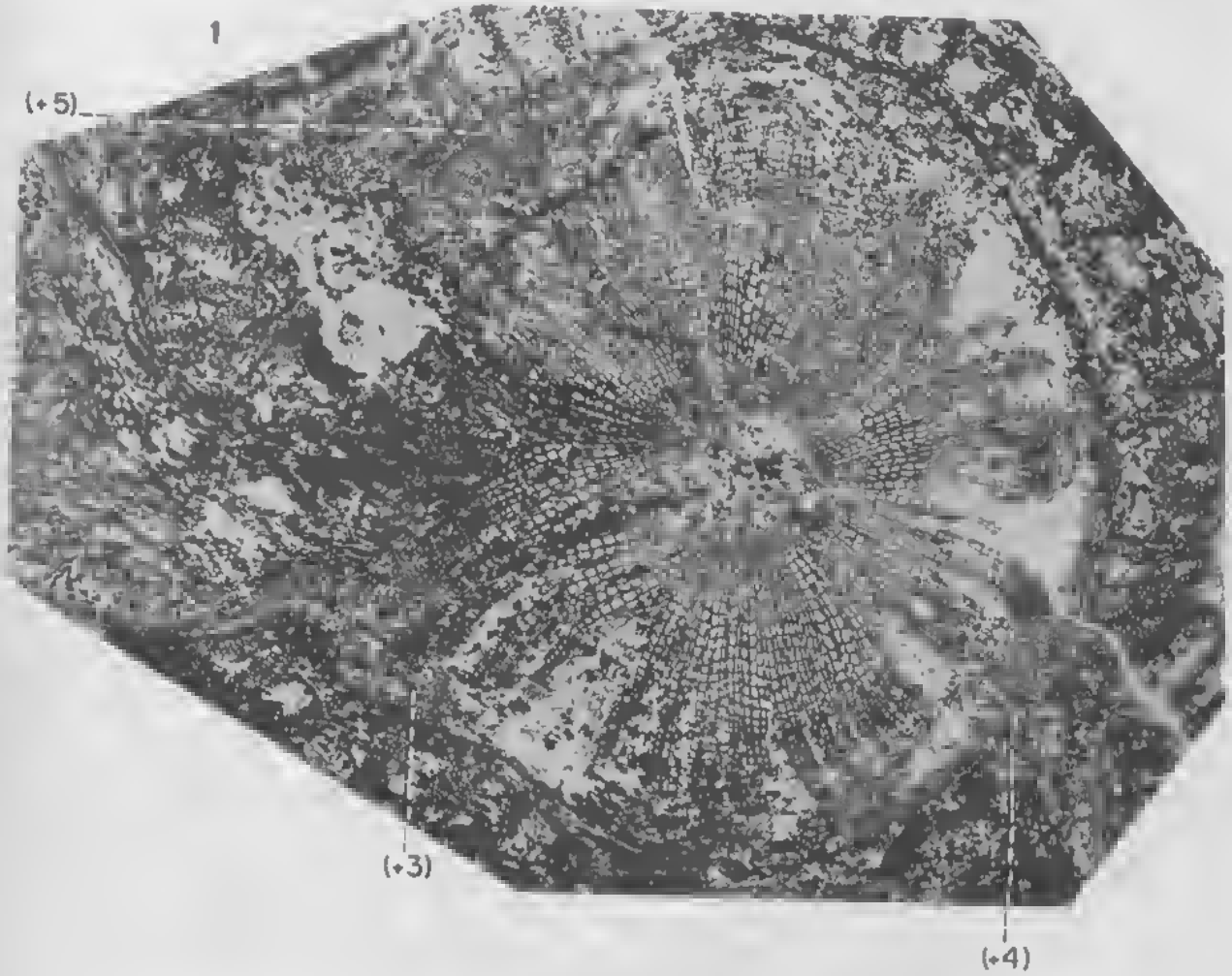
PLANCHE 98

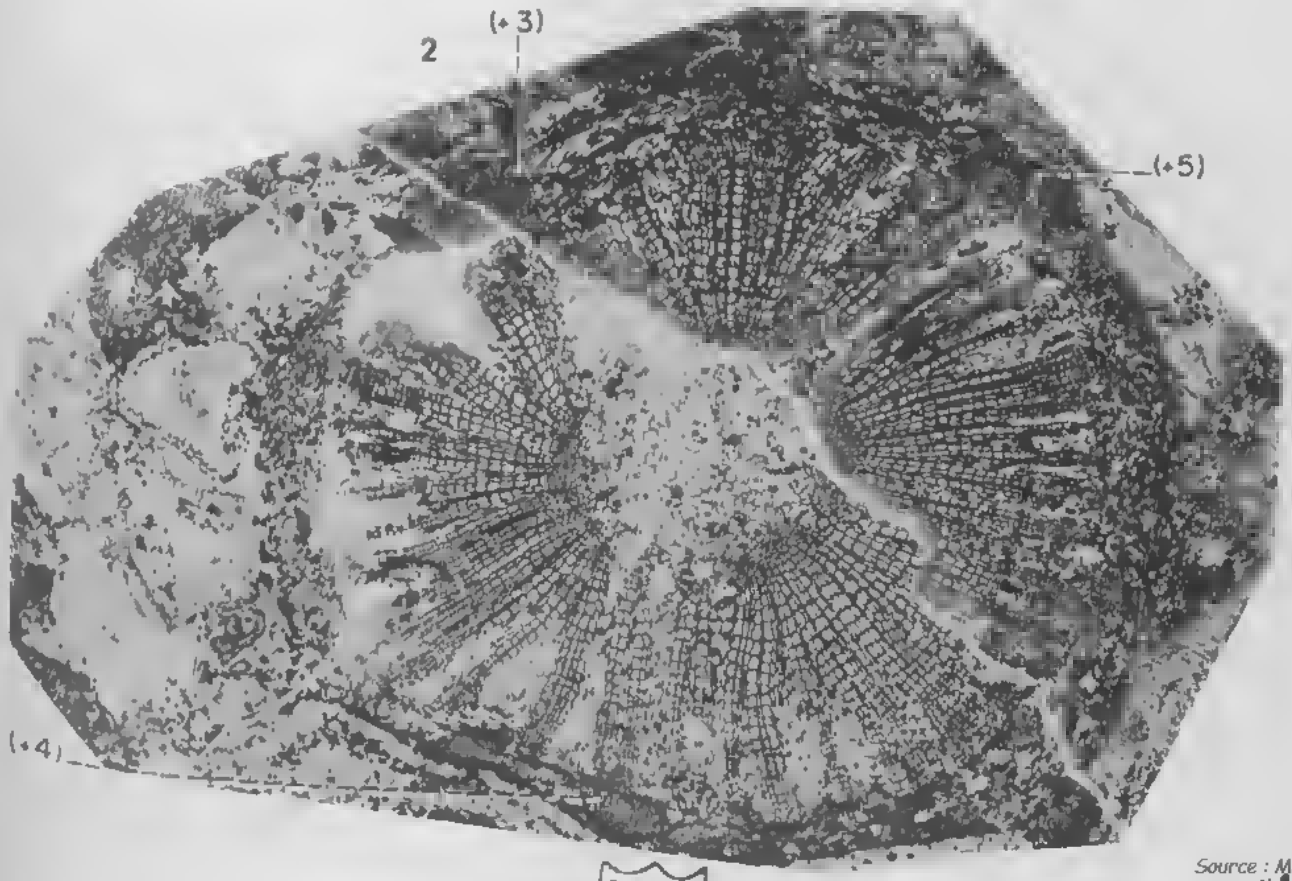
Coupes transversales sériées d'une ramification axillaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° M 78 h.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. 2. – Lame mince n° m 78 l.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

x15

PLANCHE 99

Coupes transversales isolées de ramifications axillaires du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

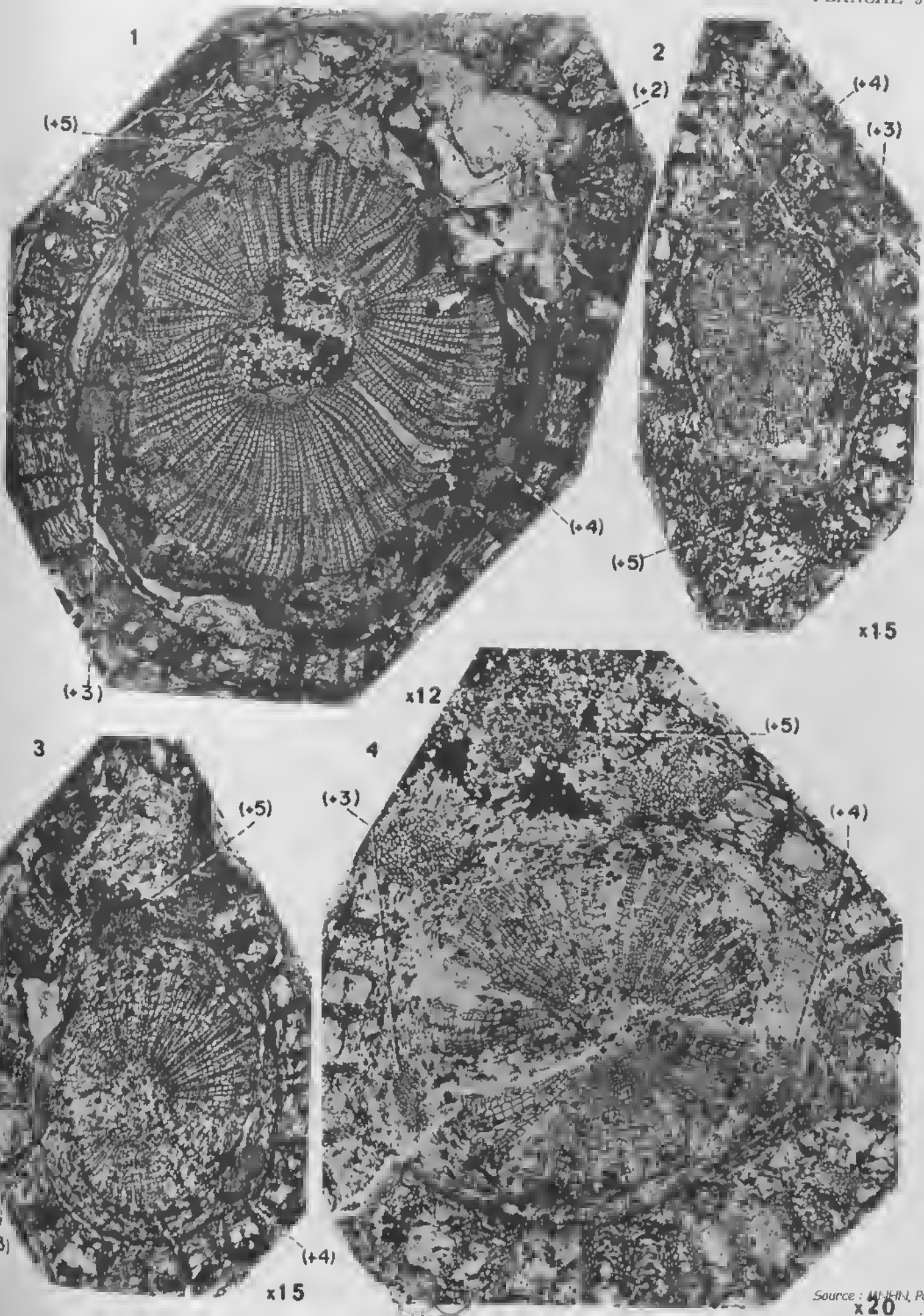
Fig. 1. – Lame mince n° m 49.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 12.

Fig. 2. – Lame mince n° m 78 h.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. 3. – Lame mince n° m 78 l.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. 4. – Lame mince n° 189.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Imperial College).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 100

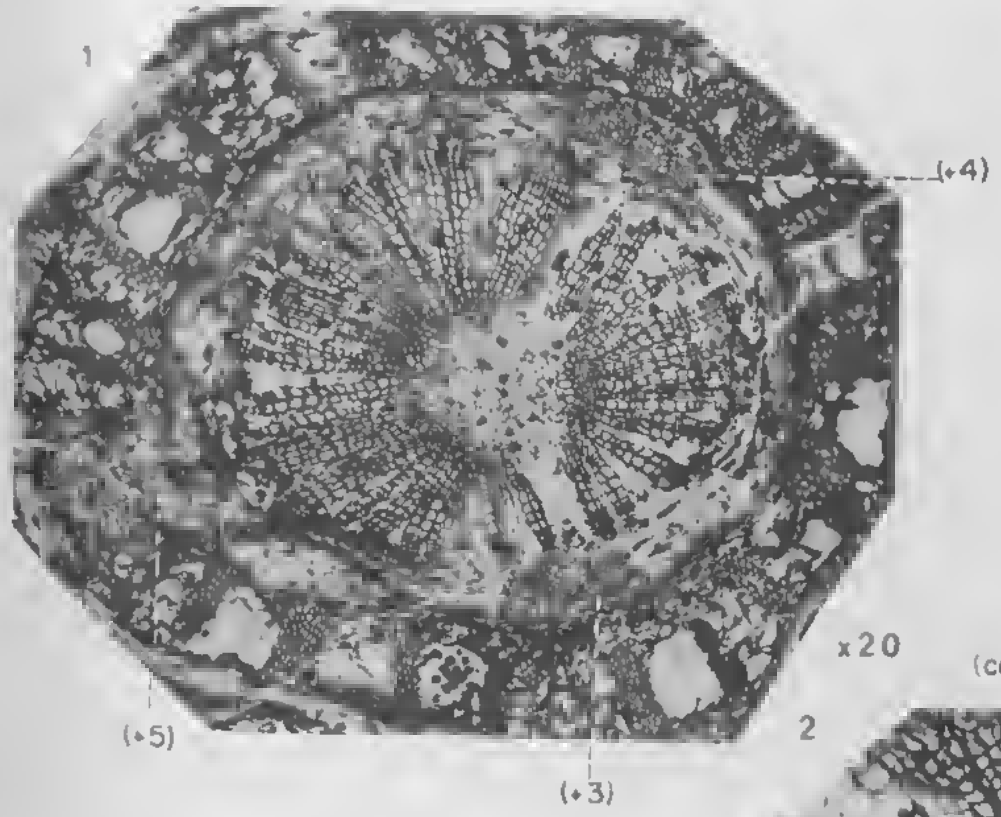
Ramification axilaire du type I chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

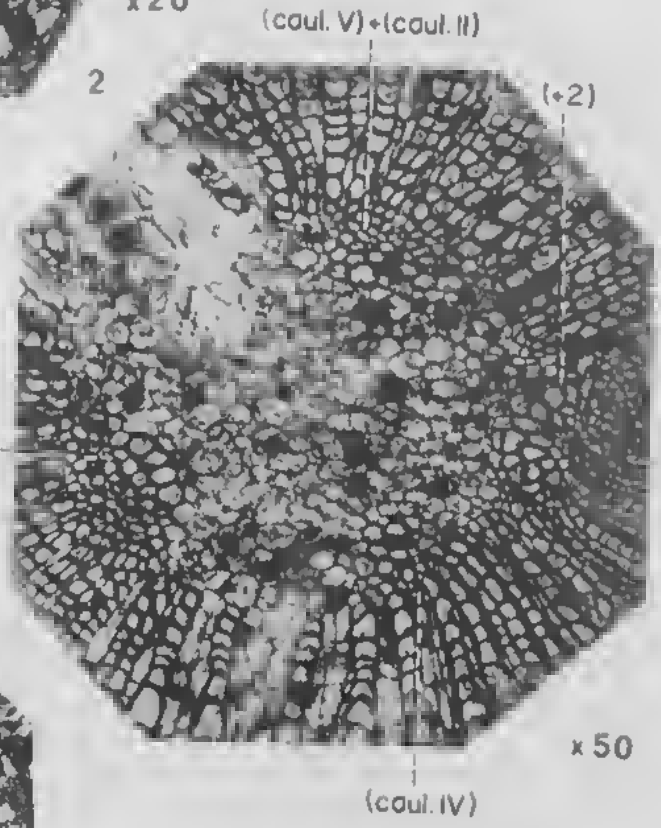
Fig. 1. – Coupe transversale de la ramification (niveau supérieur).
Lame mince n° NL 14.
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 20.

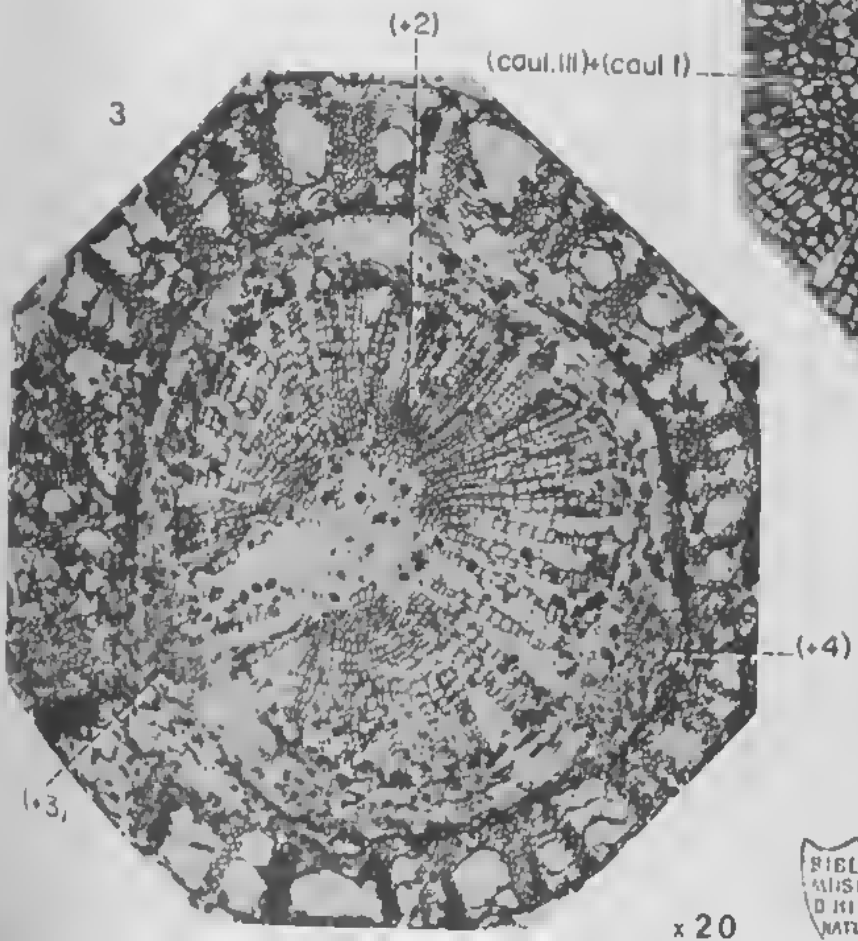
Fig. 2. – Détail de la région médullaire de la figure précédente.
Lame mince n° NL 14.
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 50.

Fig. 3. – Coupe transversale de la ramification (niveau inférieur).
Lame mince n° NL 13.
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris







BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

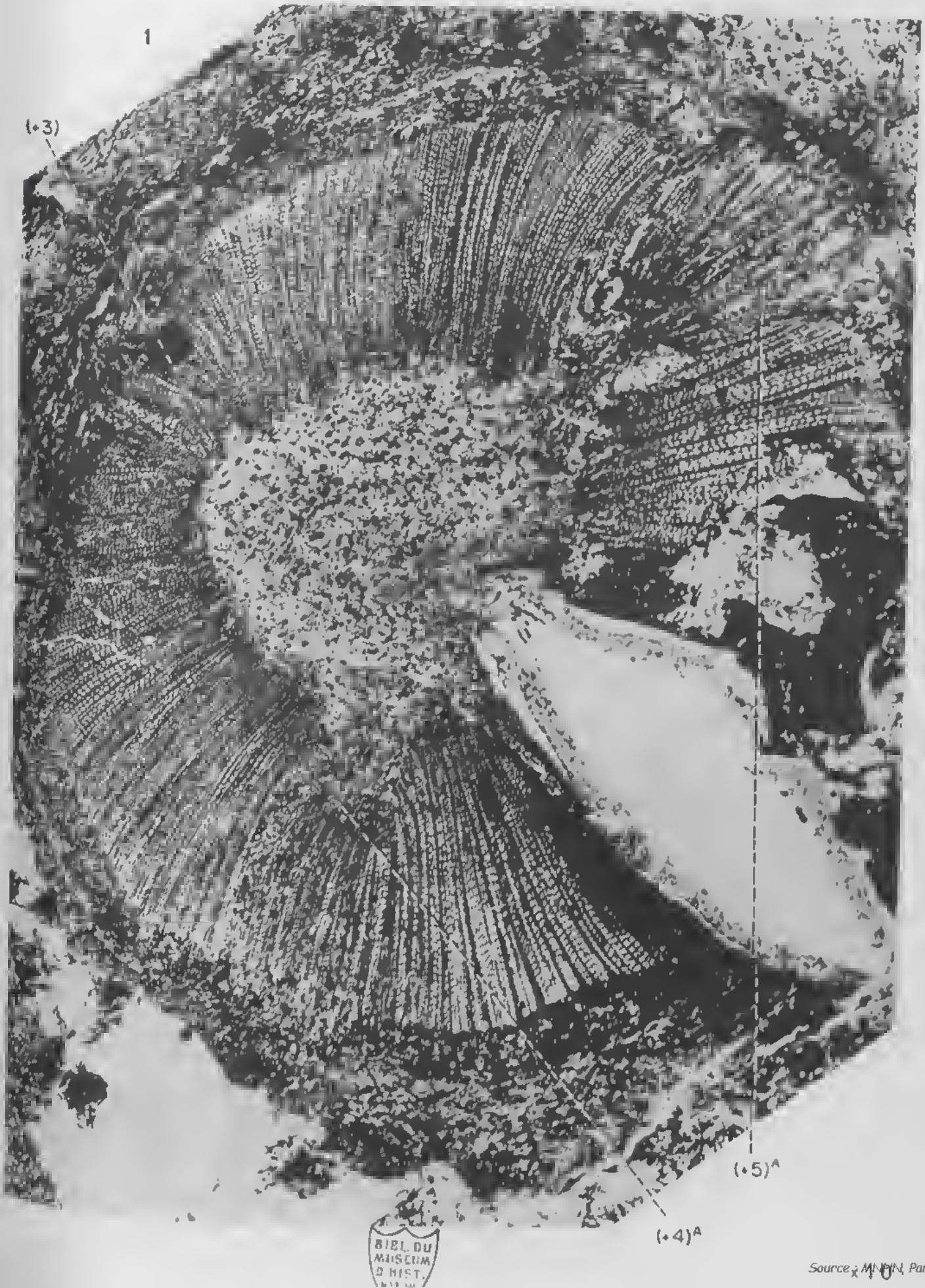
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 101

Coupe transversale isolée d'une ramification axilaire du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 3069.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 10.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 102

Ramification axilaire du type II.
Coupes transversales de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axilaire du type II.

Fig. 1. – Coupe transversale isolée d'une ramification.
Lame mince *n°* H 18.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Birbeck College).*
Gr. : = 4.

Coupes transversales sériées.

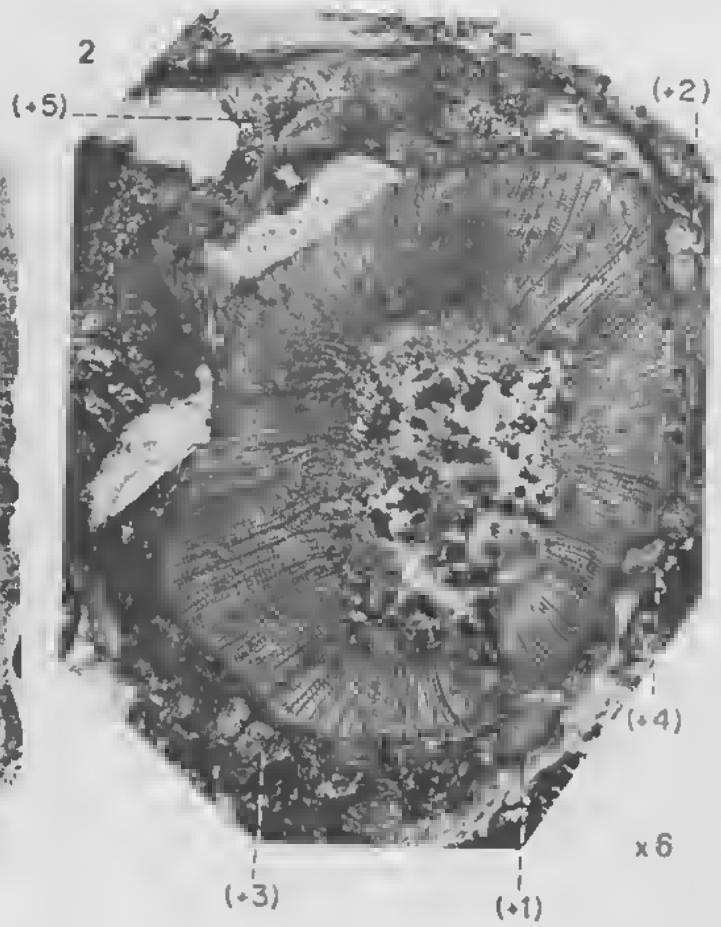
Fig. 2. Lame mince n° 6.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Fig. 3. – Lame mince n° 935.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 6.

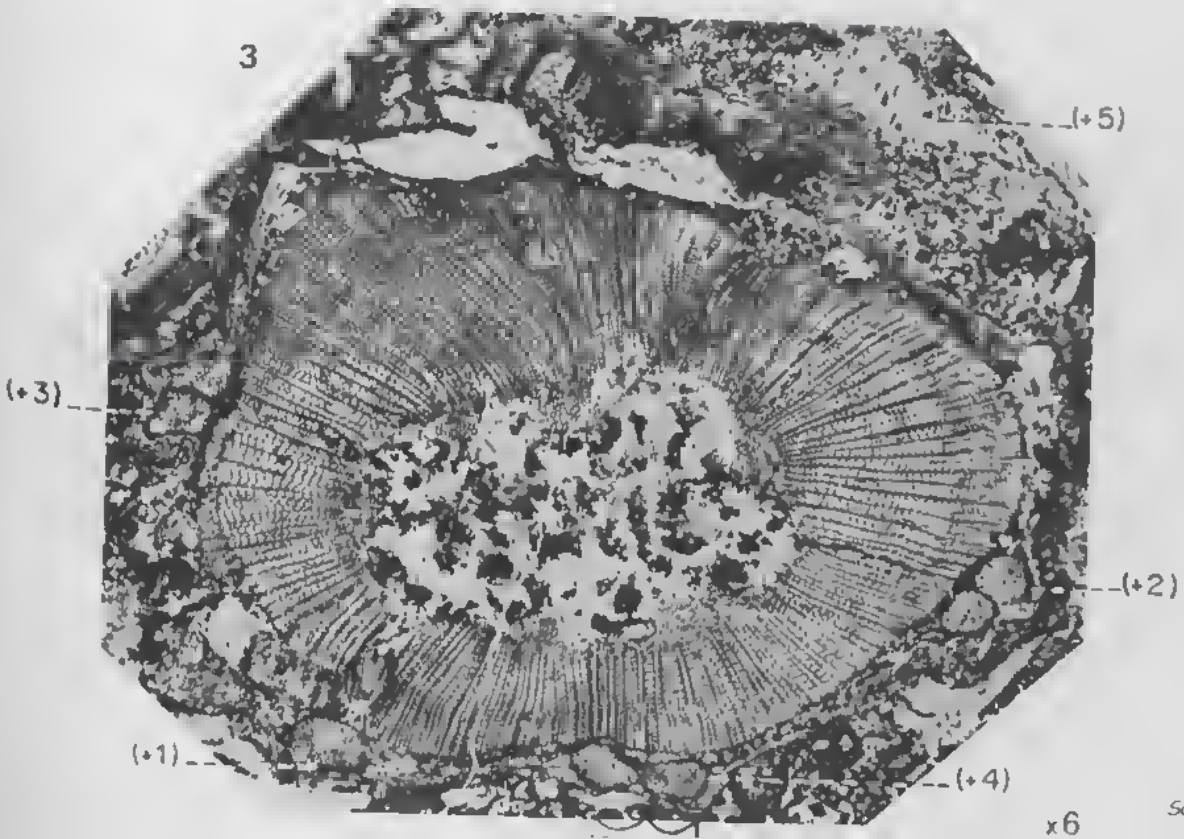
Source : MNHN, Paris

1

x 4



x 6



x 6

Source : MNHN, Paris

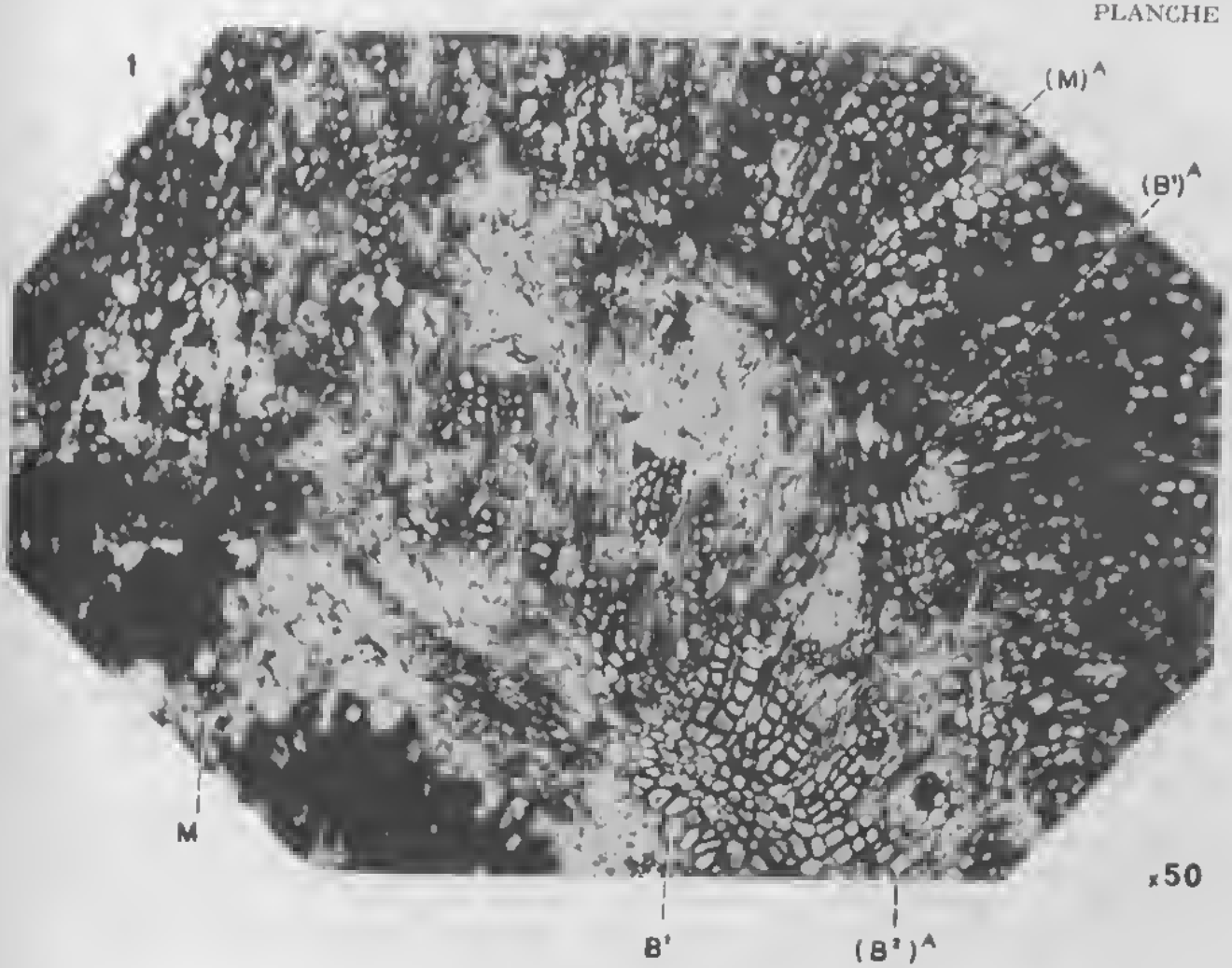
PLANCHE 103

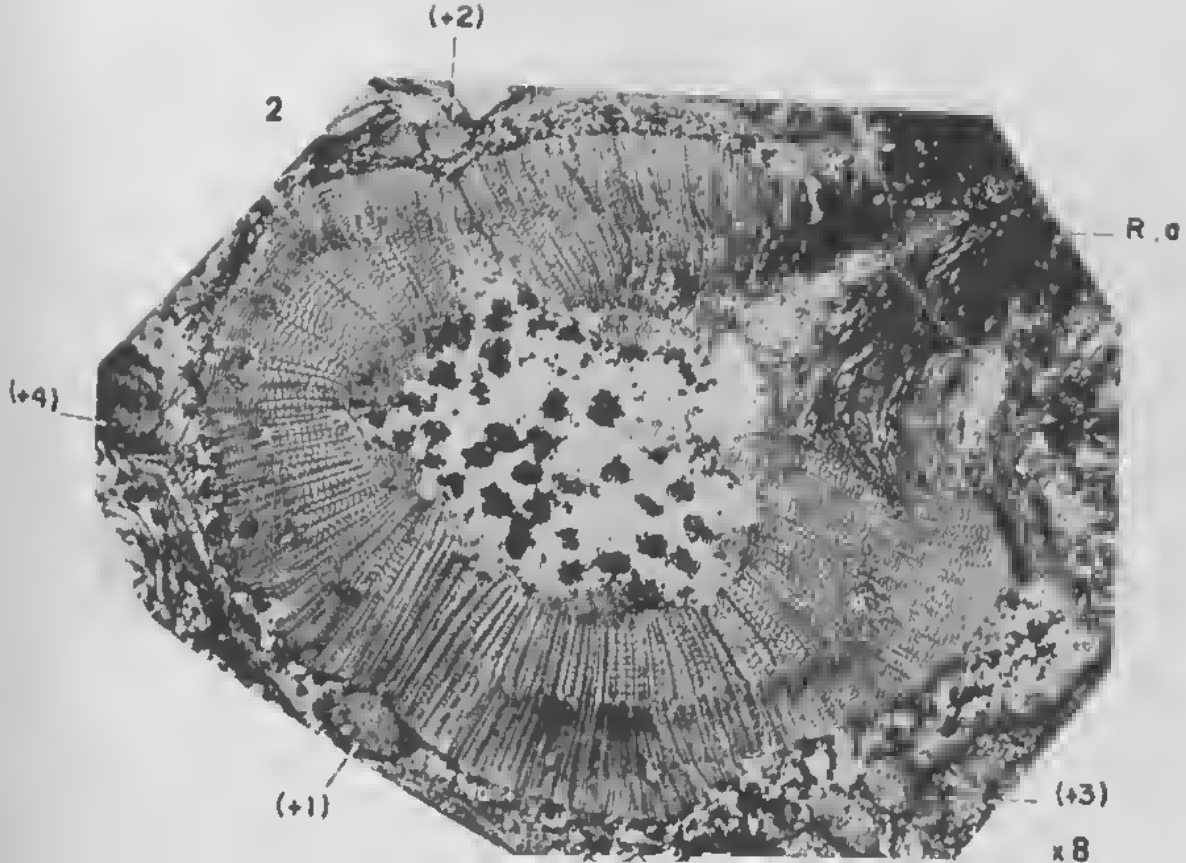
Formation d'une ramification axillaire du type II dans la tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié *(suite)*.

Fig. 1. Détail de la région médullaire située dans l'axe de (+ 5) de la tige figurée pl. 102, fig. 2.
Lame mince n° 6.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 50.

Fig. 2. Coupe transversale sériée de la tige principale.
Lame mince n° 6 Lx III.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 8.

Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

PLANCHE 104

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axillaire du type II *(suite)*.

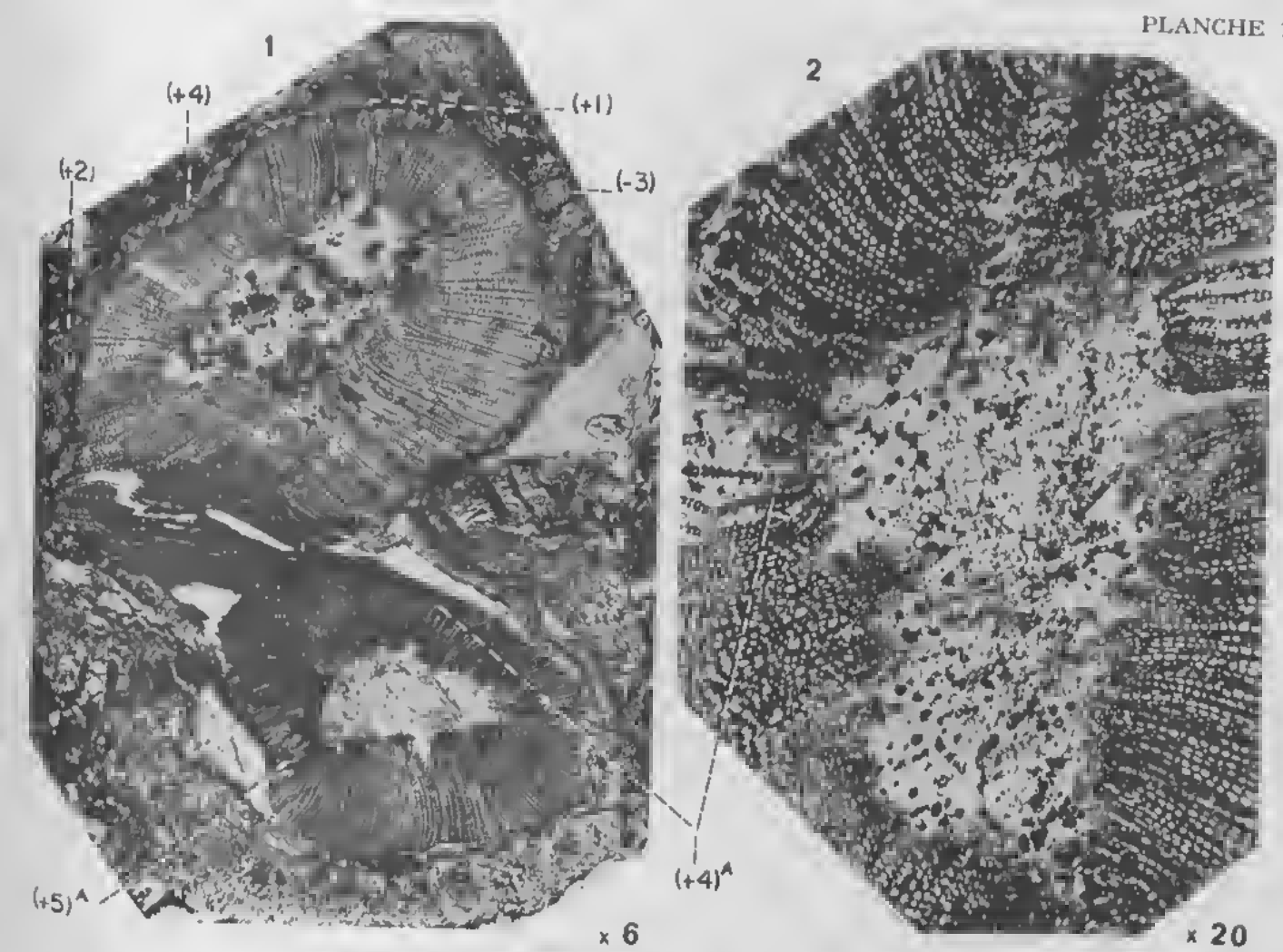
Fig. 1. – Coupe transversale de la tige principale et de sa ramification.
Lame mince n° 7.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 6.

Fig. 2. – Détail de la ramification figurée pl. 104, fig. 1.
Lame mince n° 8.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Coupe transversale de la tige principale et de sa ramification.
Lame mince n° 8.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 6.

Fig. 4. – Détail de la ramification figurée pl. 104, fig. 3.
Lame mince n° 8.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 8.

Source : MNHN, Paris


1
(+4)
(+1)
(+2)
(-3)
(+4)A
(+5)A
x 6
2
x 20

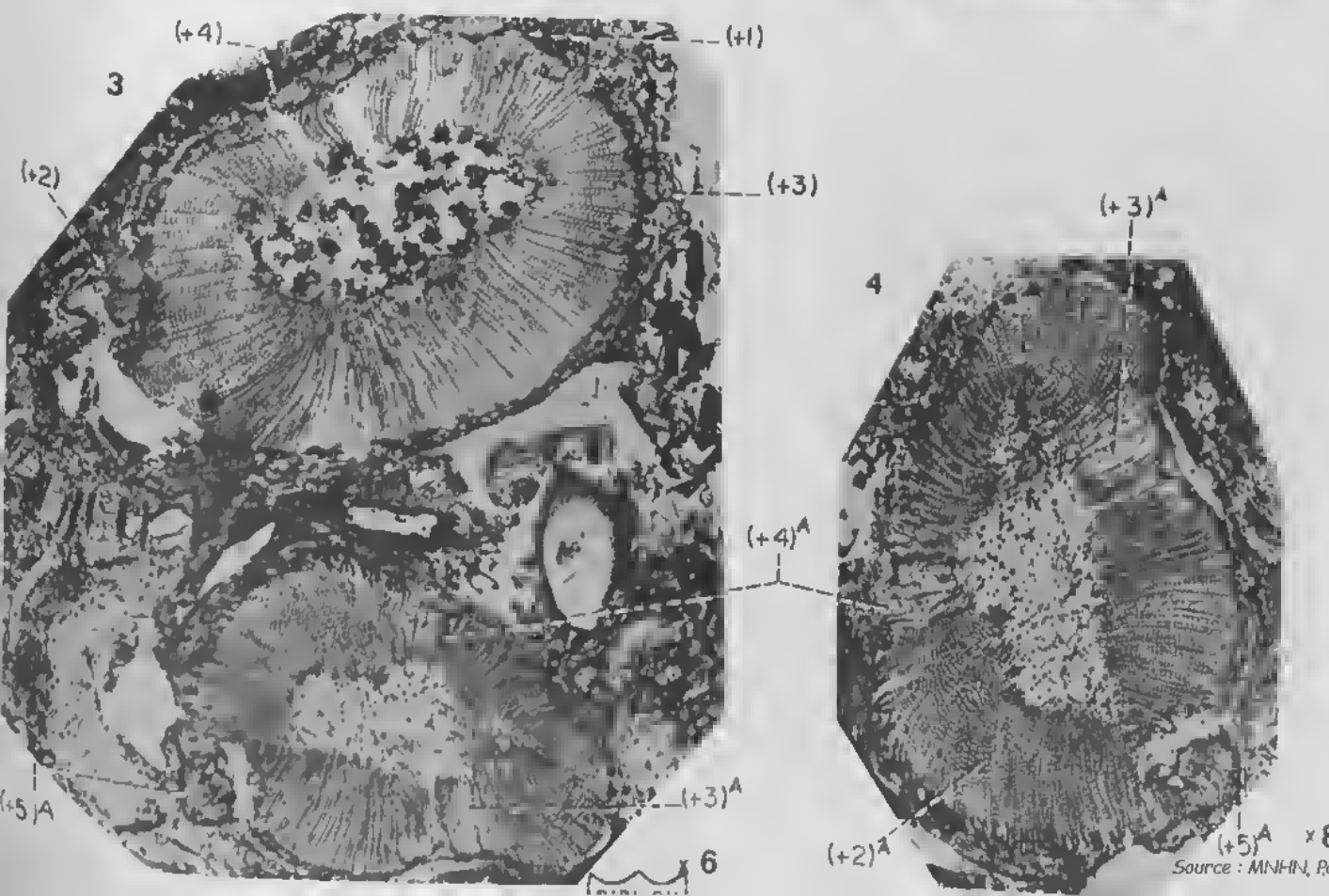

(+4)
(+1)
3
(+2)
(+3)
(+3)A
(+4)A
(+5)A
6
4
(+3)A
(+2)A
(+5)A
x 8
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 105

Coupes transversales isolées de tiges principales de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant une ramification axillaire du type II.

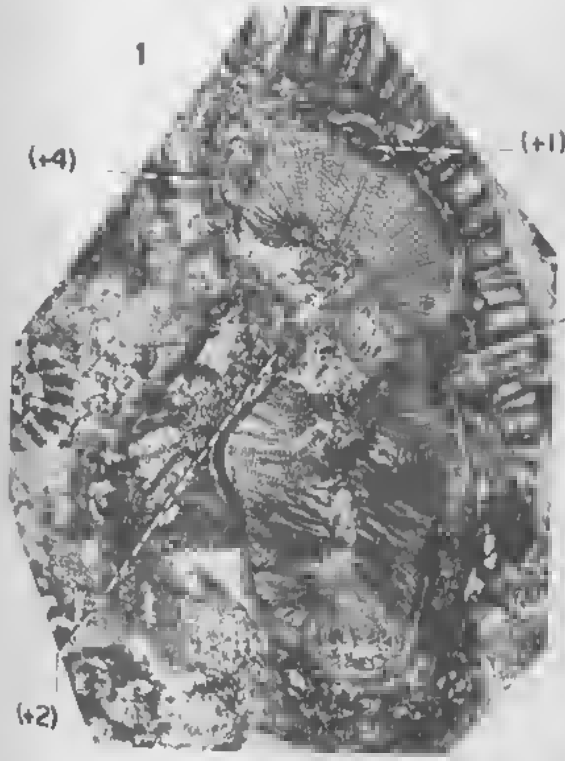
Fig. 1. – Lame mince n° 28.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 8.

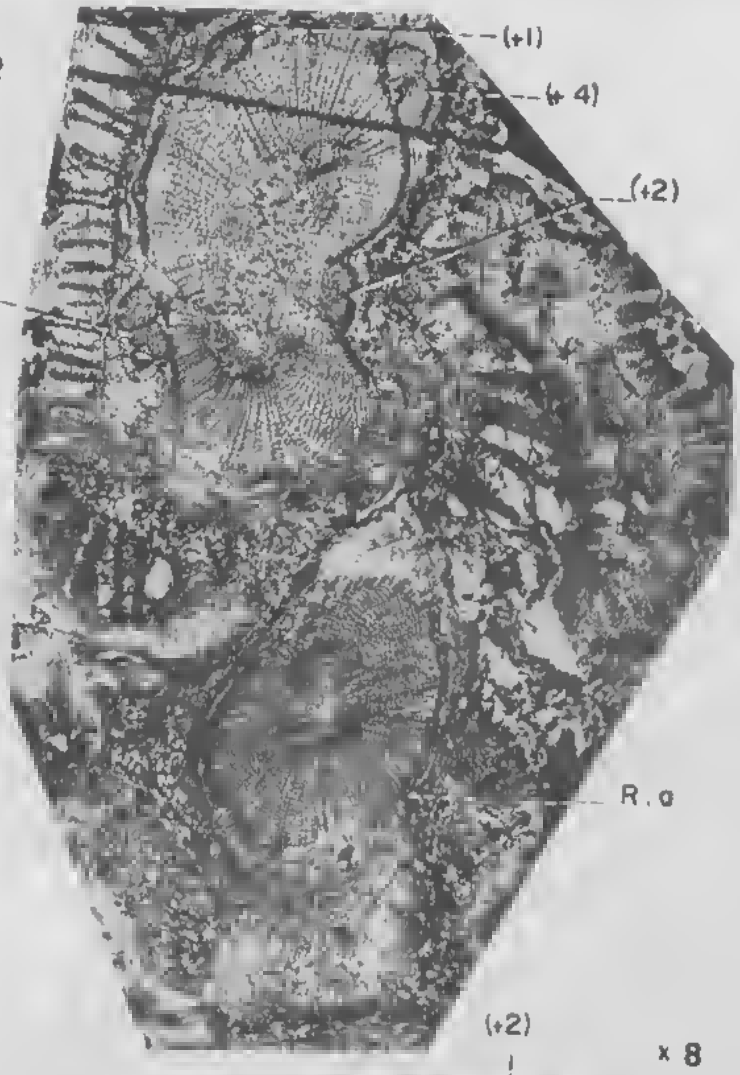
Fig. 2. – Lame mince n° 61 A.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (Birbeck College).*
Gr. : = 8.

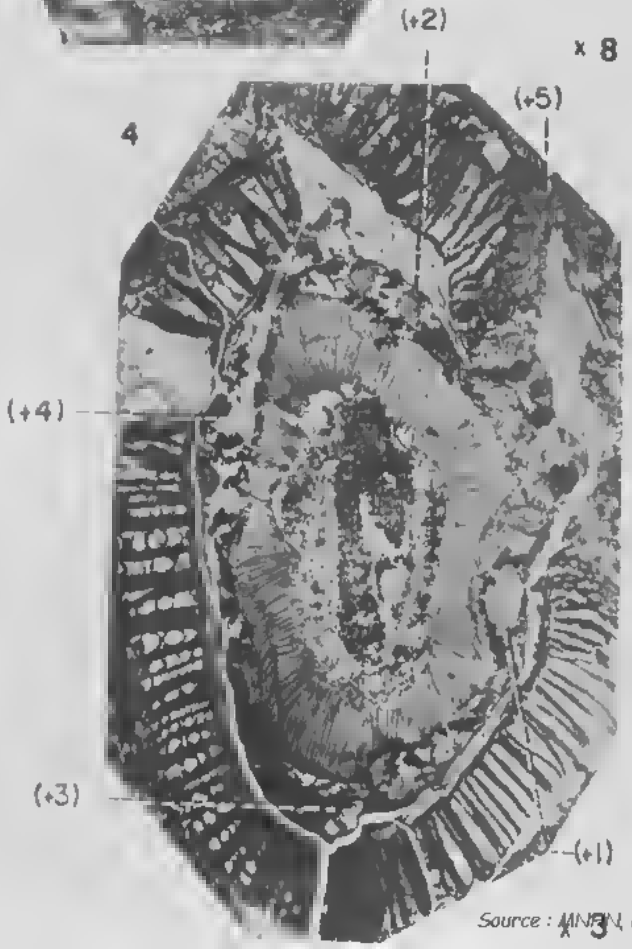
Fig. 3. – Lame mince n° 67 Lx II = 70 Lx II = 72 Lx II.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Fig. 4. – Lame mince n° 450.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Lower Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris







BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 106

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris aldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axilaires du type II.

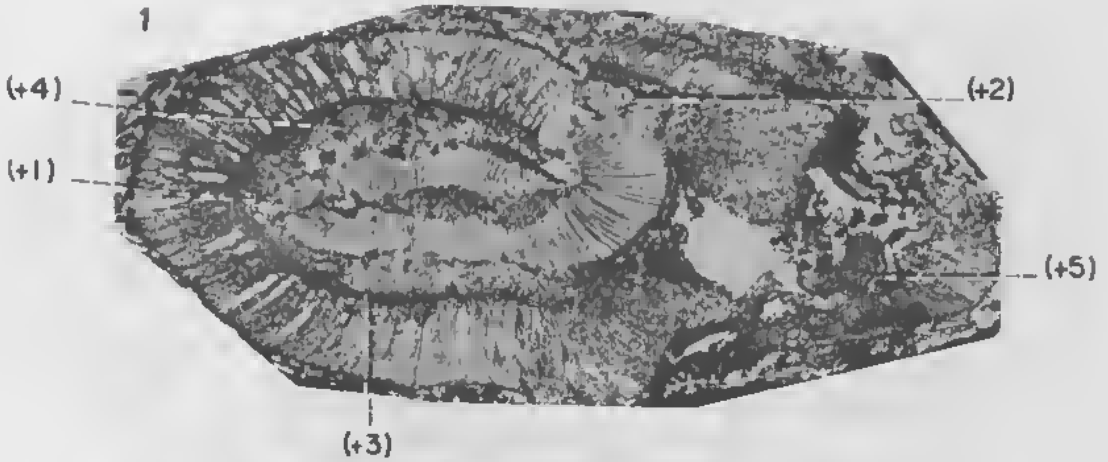
Fig. 1. – Lame mince n° M 50 d.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

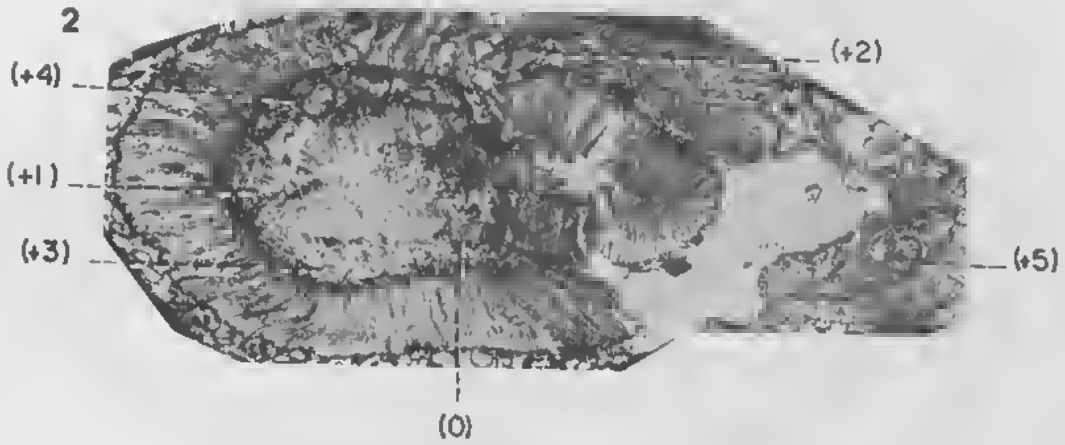
Fig. 2. – Lame mince n° M 50 g.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Caal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

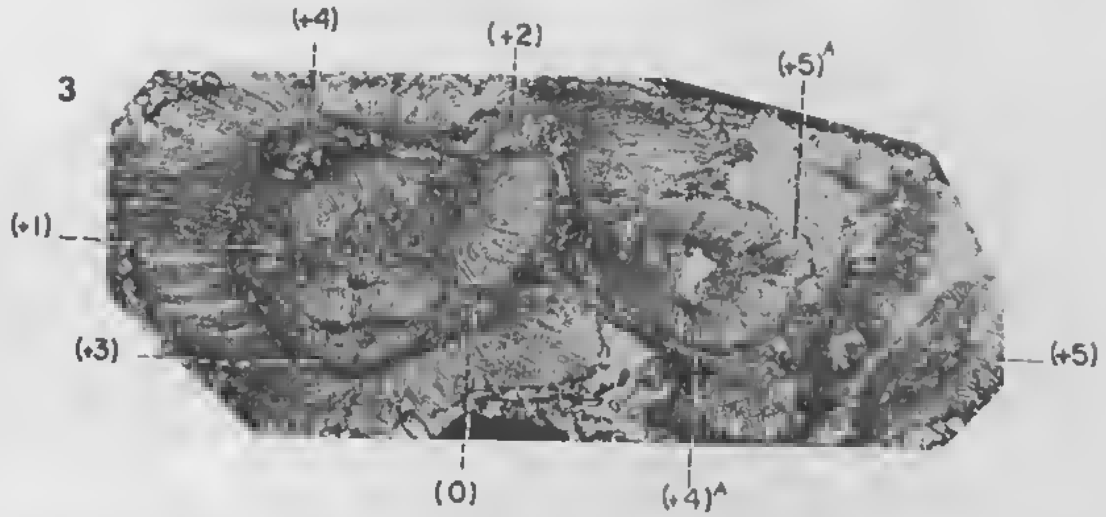
Fig. 3. – Lame mince n° M 50 j.
Origine : *Sharney Fard (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Landres (University College).*
Gr. : = 4.

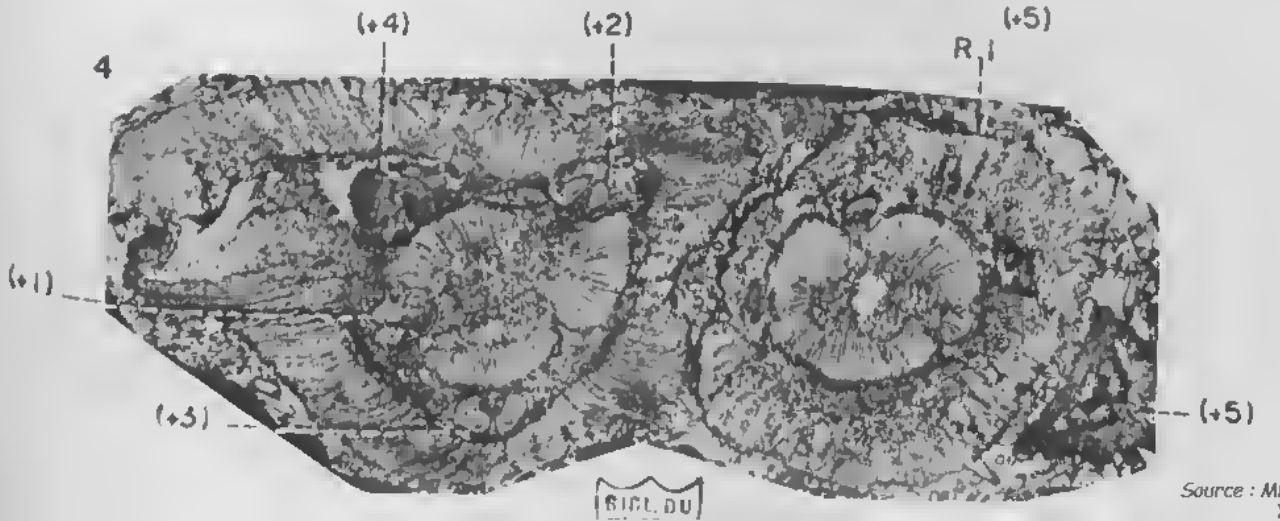
Fig. 4. – Lame mince n° M 50 l.
Origine : *Sharney Fard (Lancashire).*
Niveau : *Caal Measures.*
Collection : *Landres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris









SIGL DU

Source : MNHN, Paris
x 4

PLANCHE 107

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axilaires du type II *(suite)*.

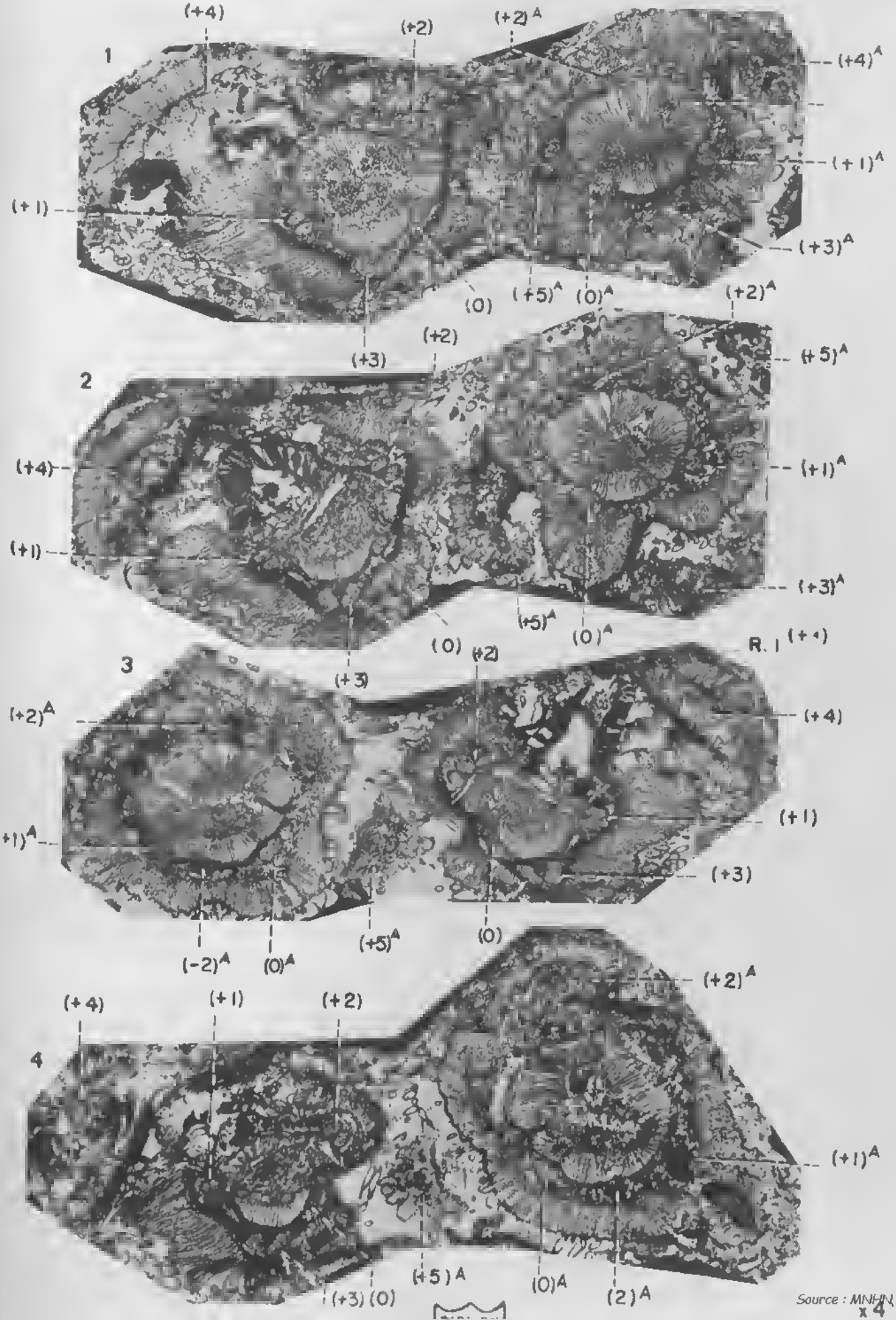
Fig. 1. – Lame mincĕ n° M 50 n.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Lame mince n° M 50 p.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° M 50 q.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 4. Lame mince n° M 50 r.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

x 4

PLANCHE 108

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axilaires du type II *(suite)*.

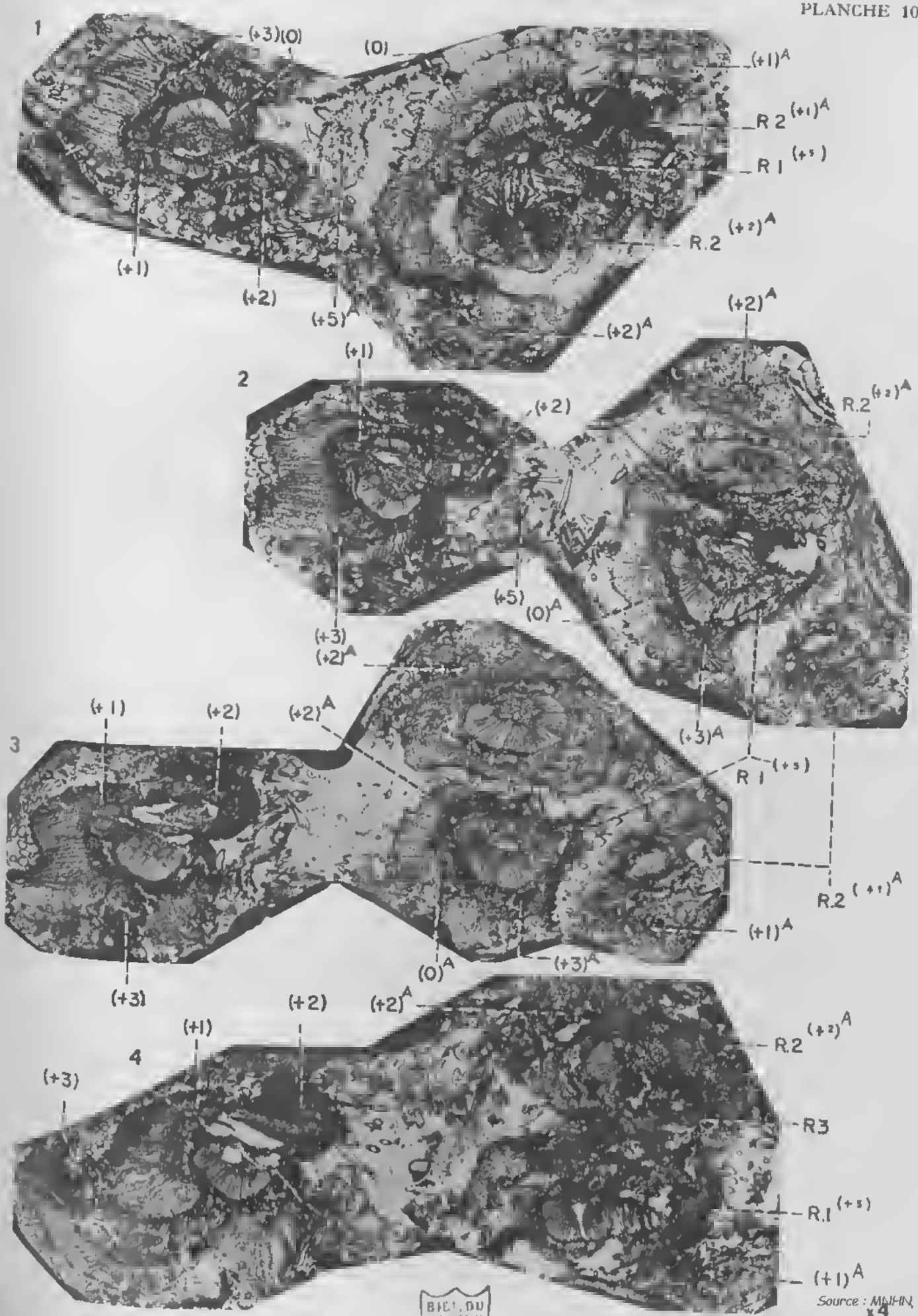
Fig. 1. – Lame mince n° M 50 s.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Lame mince n° M 50 t.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° M 50 u.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Lame mince n° M 50 w.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

x4

PLANCHE 109

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axillaires du type II *(suite)*.

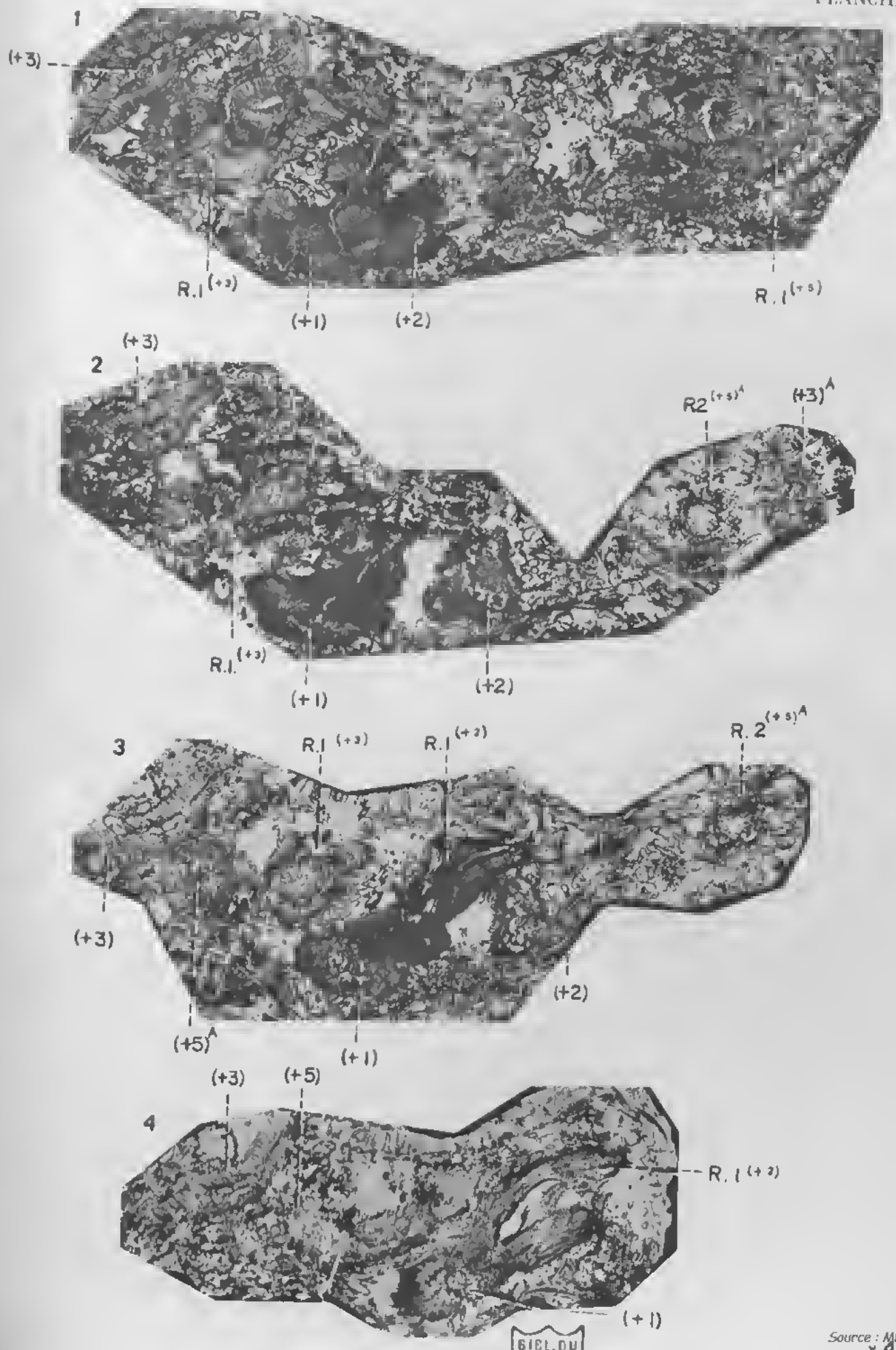
Fig. 1. – Lame mince n° M 50 x.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Lame mince n° M 50 zd.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° M 50 ze.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Lame mince n° M 50 zf.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



BIBLIOTECA

Source : MNHN, Paris

x 4

PLANCHE 110

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axillaires du type II.

Fig. 1. – Lame mince n° M 22 e.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

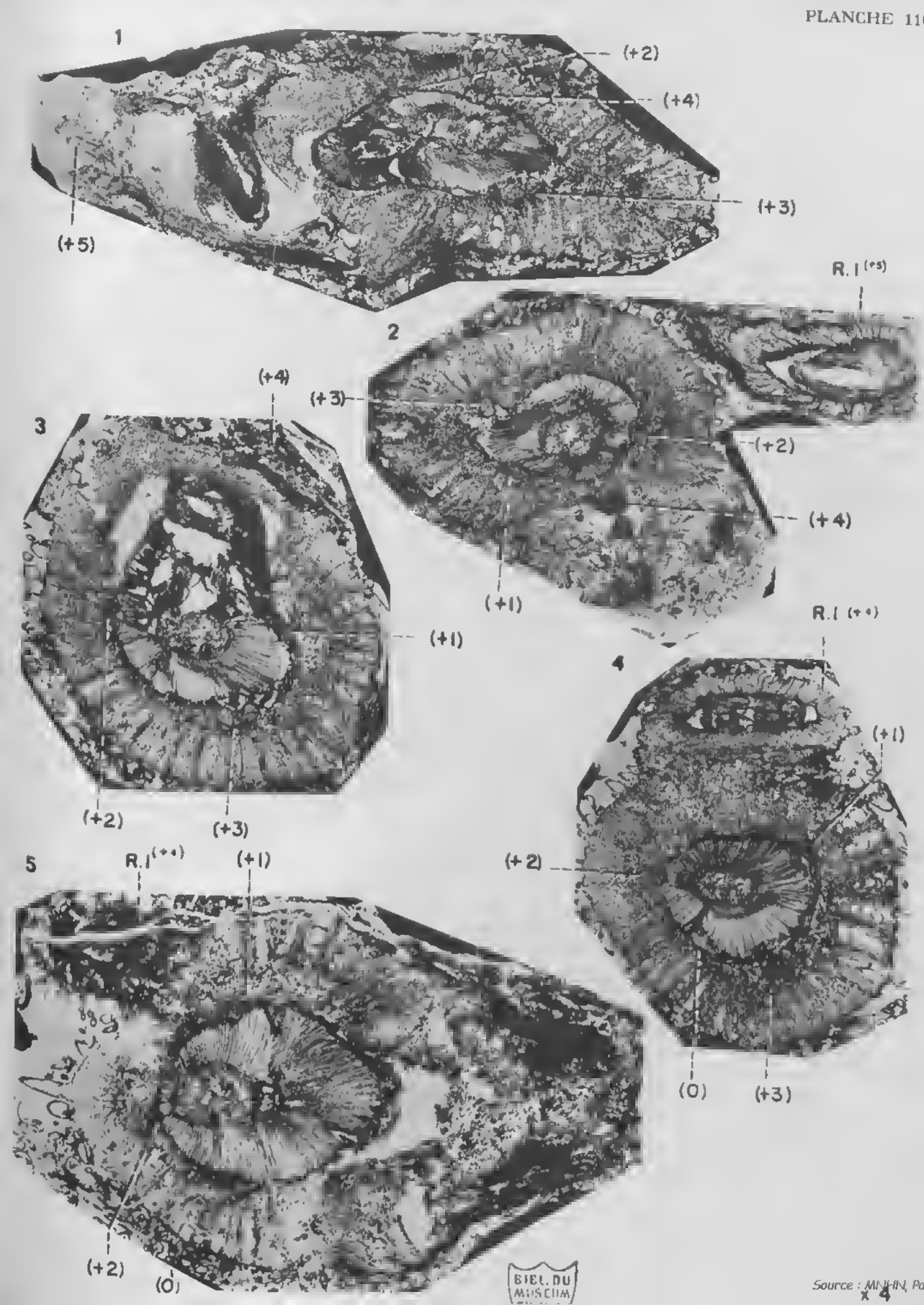
Fig. 2. – Lame mince n° M 22 h.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° M 22 l.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Lame mince n° M 22 n.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 5. – Lame mince n° M 22 r.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

x 4

PLANCHE 111

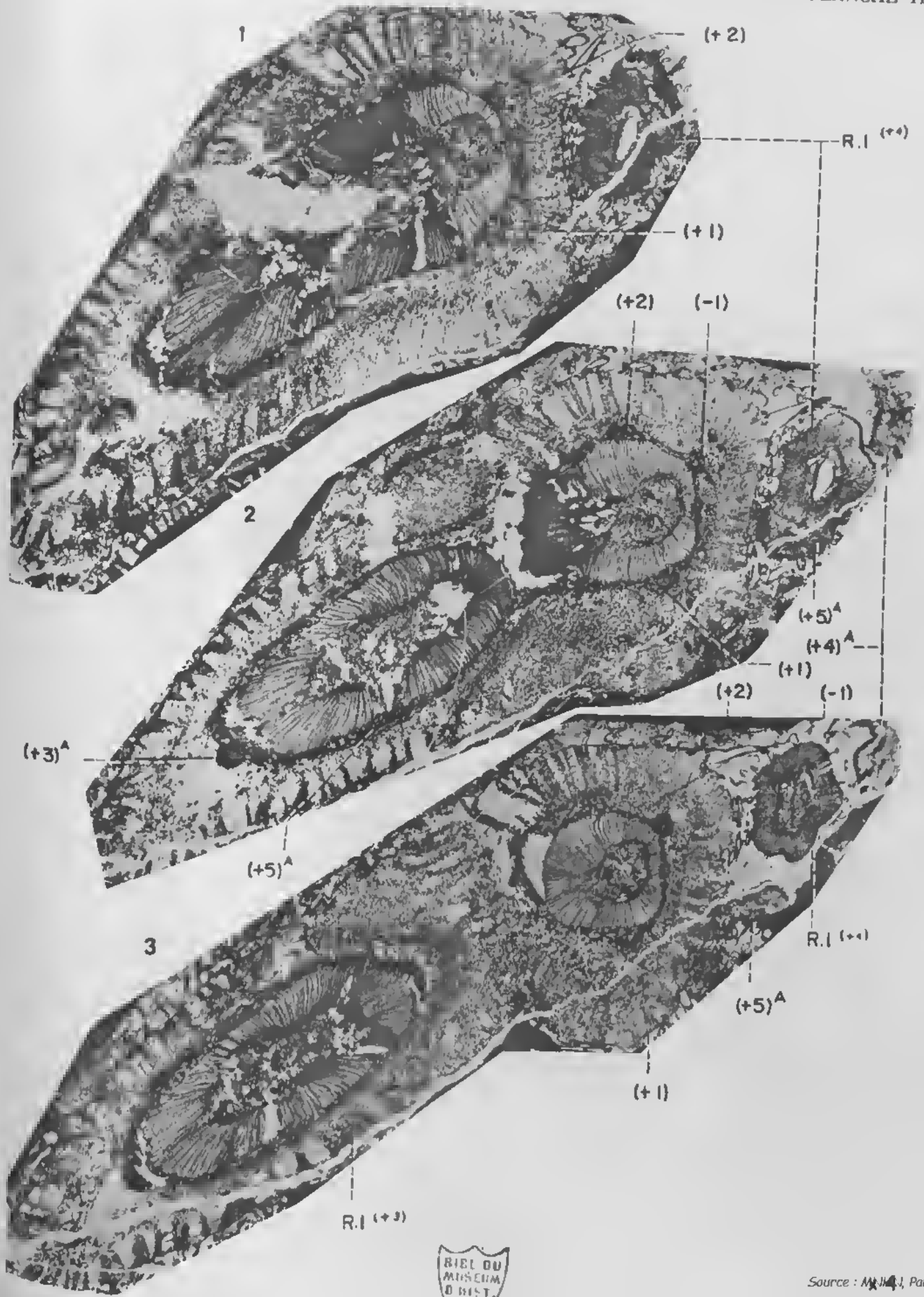
Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axillaires du type II *(suite)*.

Fig. 1. – Lame mince n° M 22 t.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Lame mince n° M 22 w.
Origine : *Bassin houiller anglais.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° M 22 v.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : 4.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 112

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axilaires du type II *(suite)*.

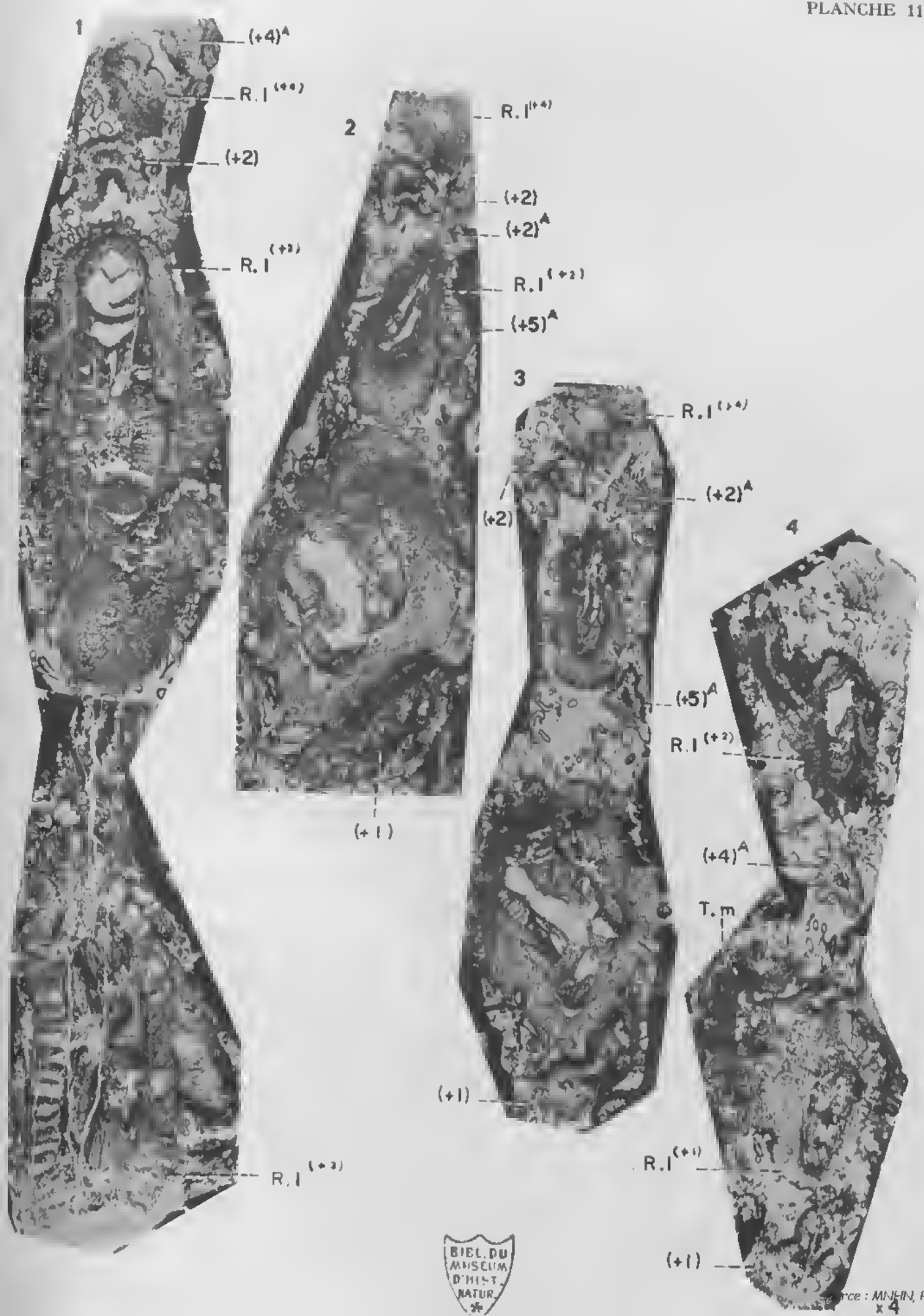
Fig. 1. – Lame mince n° M 22 α.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Lame mince n° M 22 δ.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° M 22 ρ.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University Collège).*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Lame mince n° M 22 ε.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

x 4

PLANCHE 113

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axillaires du type II.

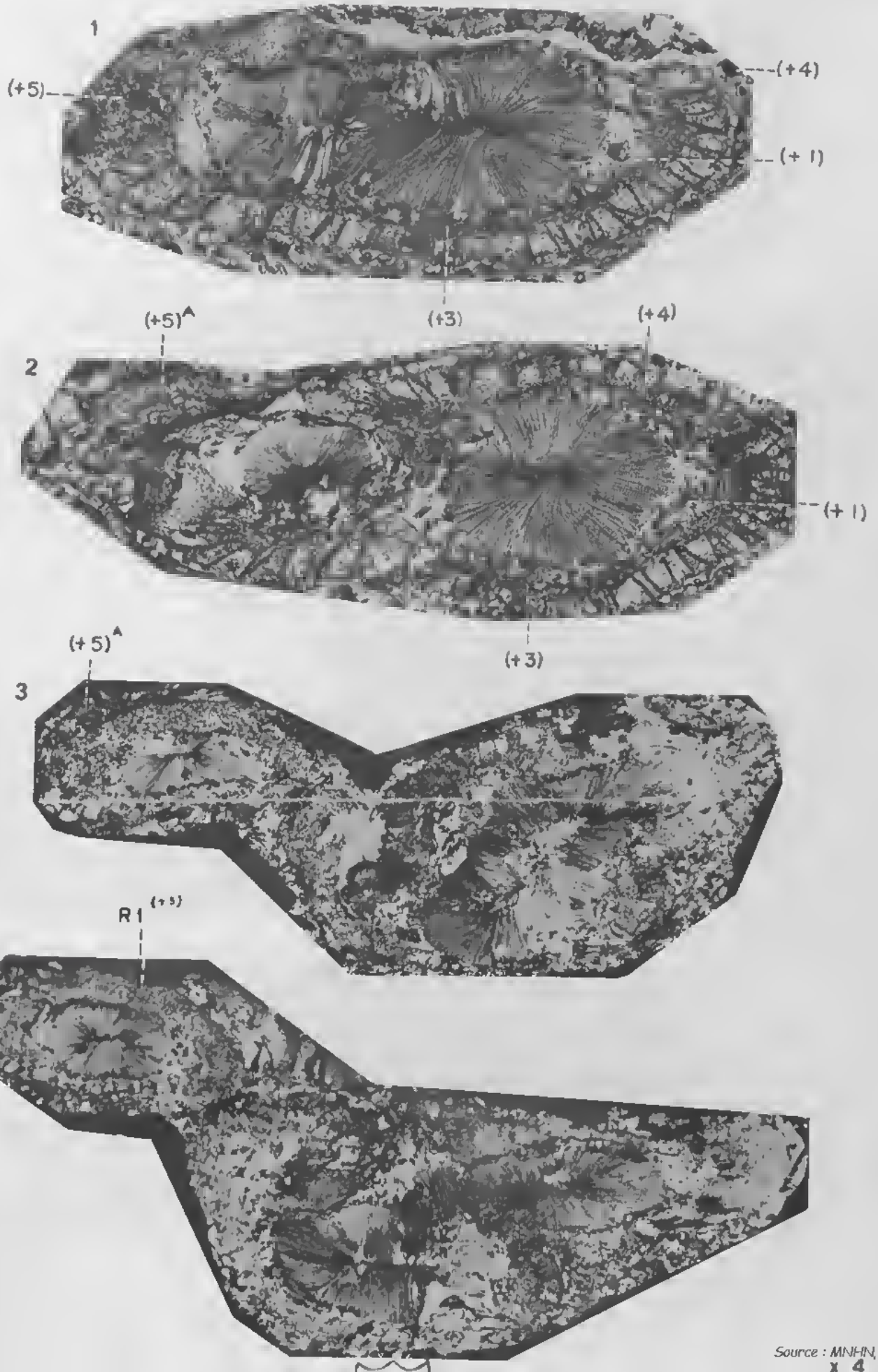
Fig. 1. – Lame mince n° 949.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Lame mince n° 950.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° 953.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Lame mince n° 954.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris
x 4

PLANCHE 114

Coupes transversales sériées d'une tige principale de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié émettant des ramifications axillaires du type II *(suite)*. Coupe transversale isolée d'une ramification axillaire du type II.

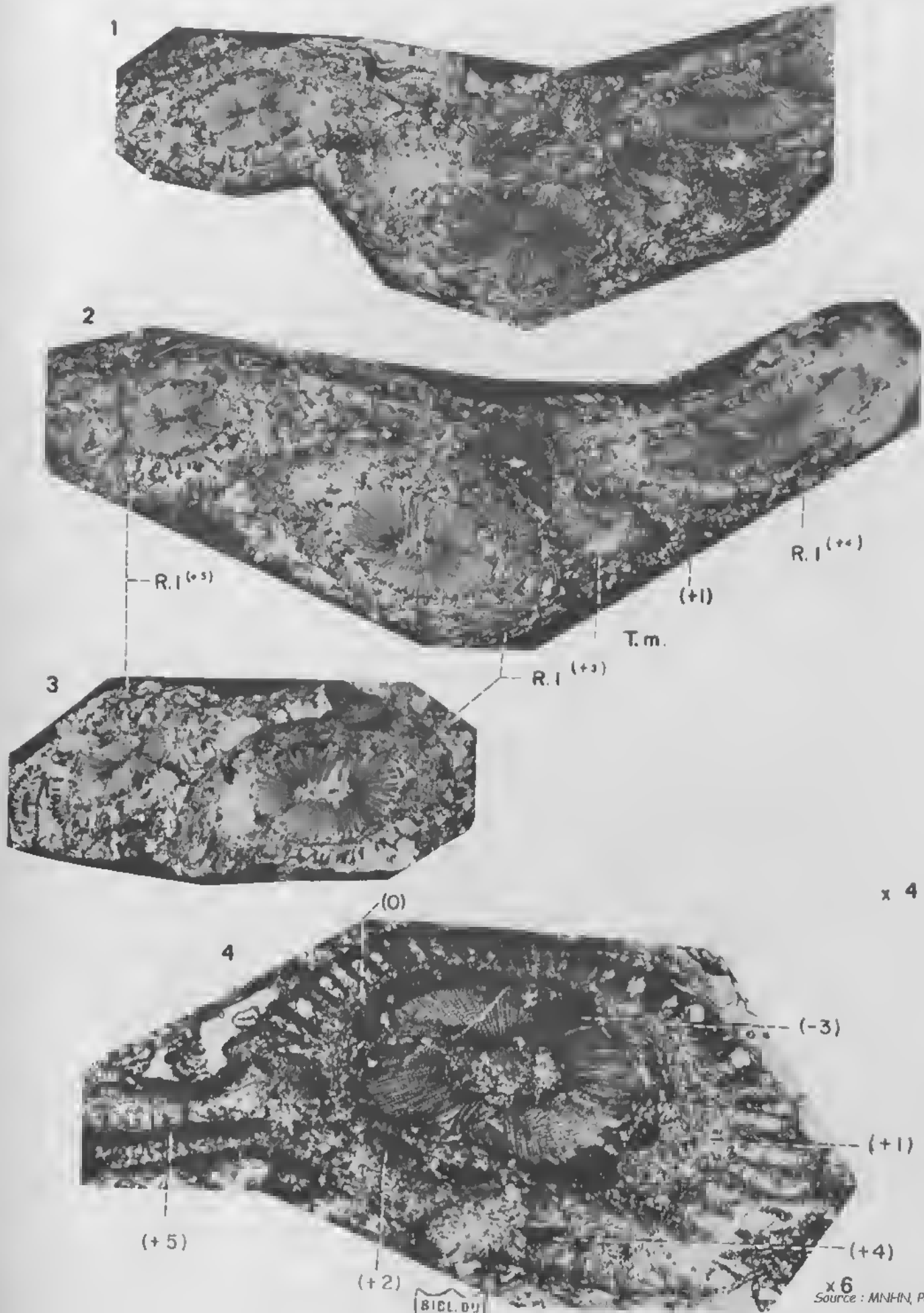
Fig. 1. – Lame mince n° 955.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Lame mince n° 957.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Lame mince n° 959.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Ramification axillaire isolée.
Lame mince n° 21.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 115

Coupe transversale d'une ramification axilaire du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. 1. – Lame mince n° 3068.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 10.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

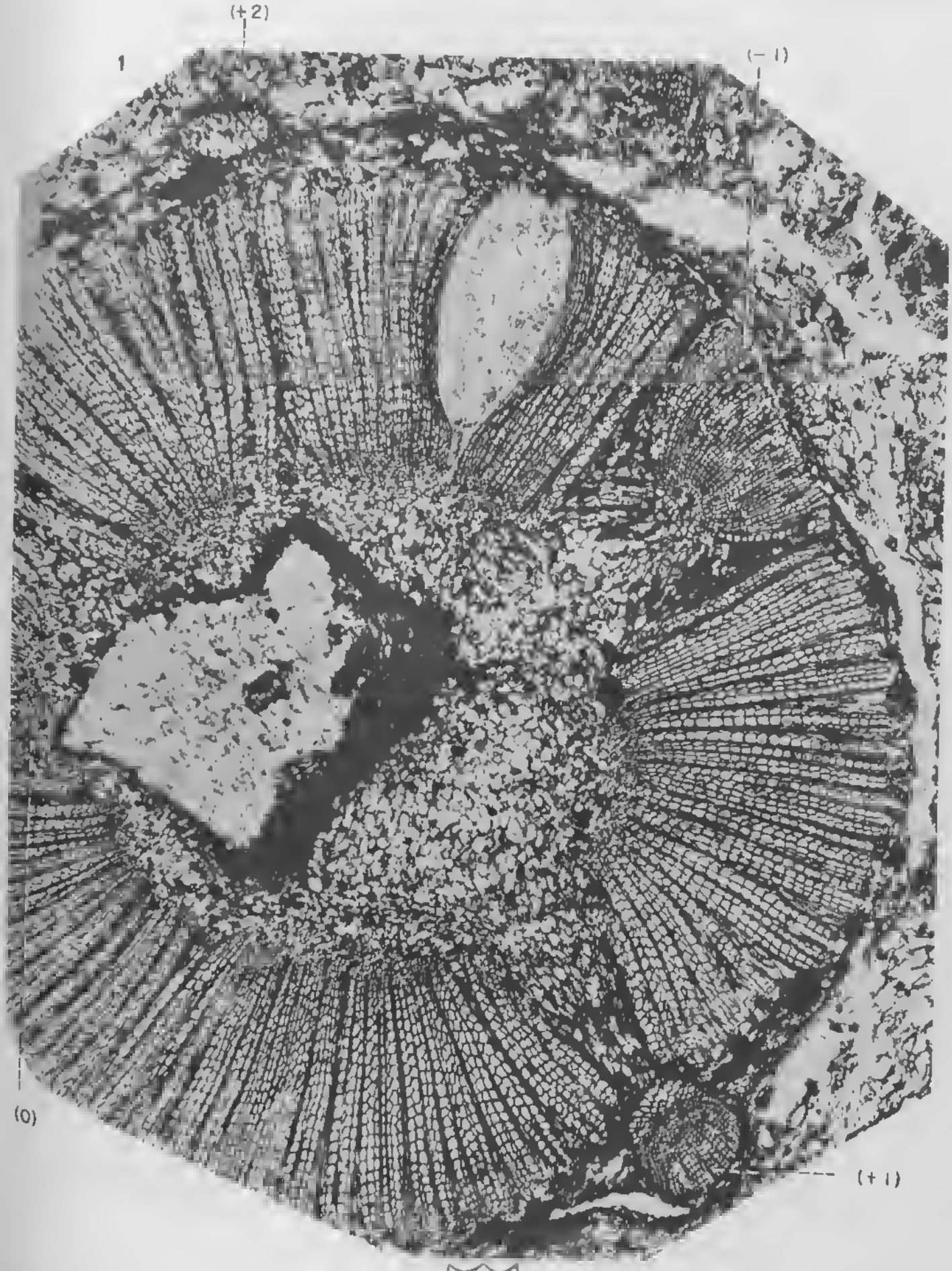
Source: MNHN, Paris

PLANCHE 116

Coupe transversale d'une ramification axilaire du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. 1. - Lame mince n° 3062.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (British Museum)*.
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

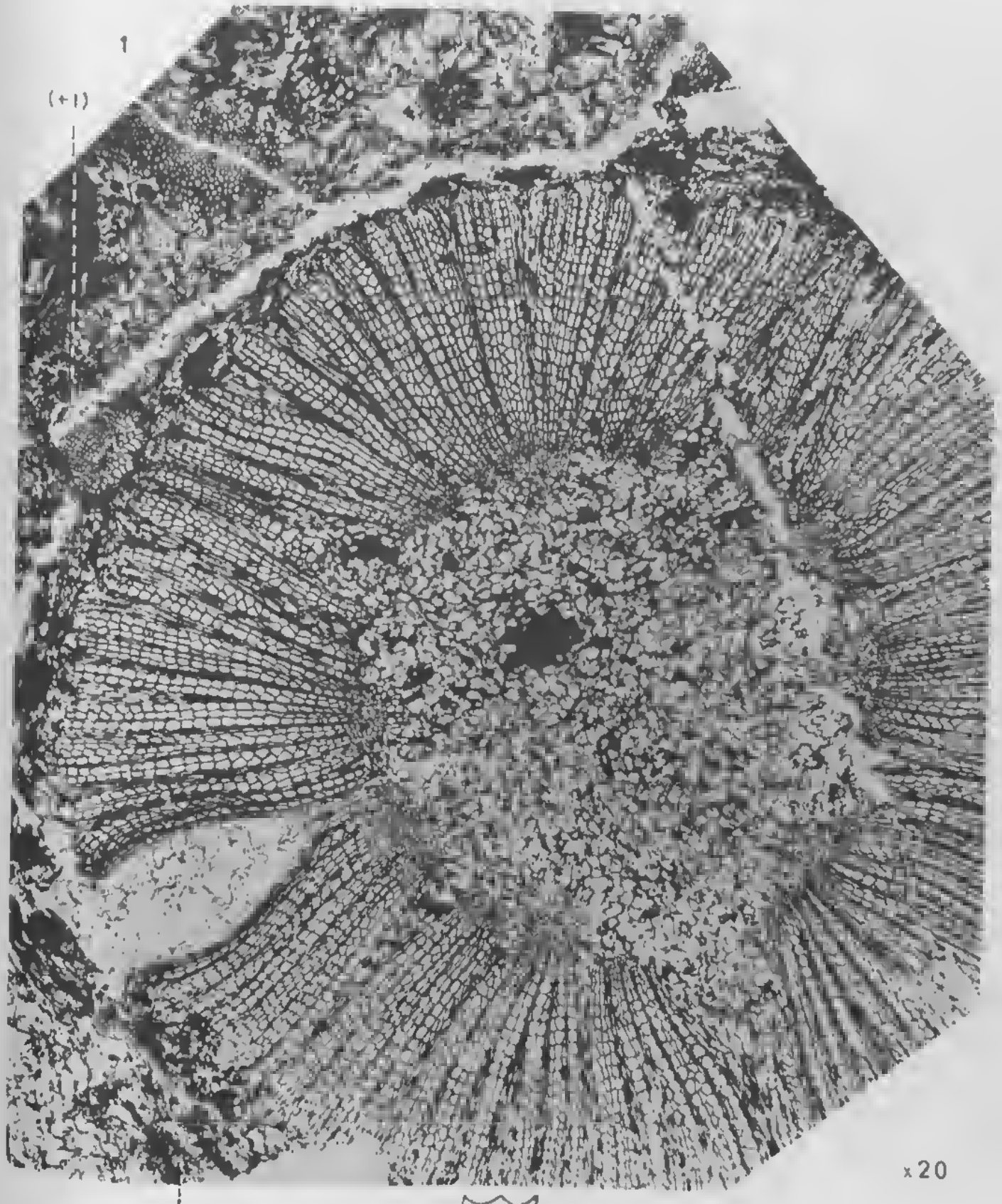
x 20

PLANCHE 117

Coupe transversale d'une ramification axiiaire du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 3064.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

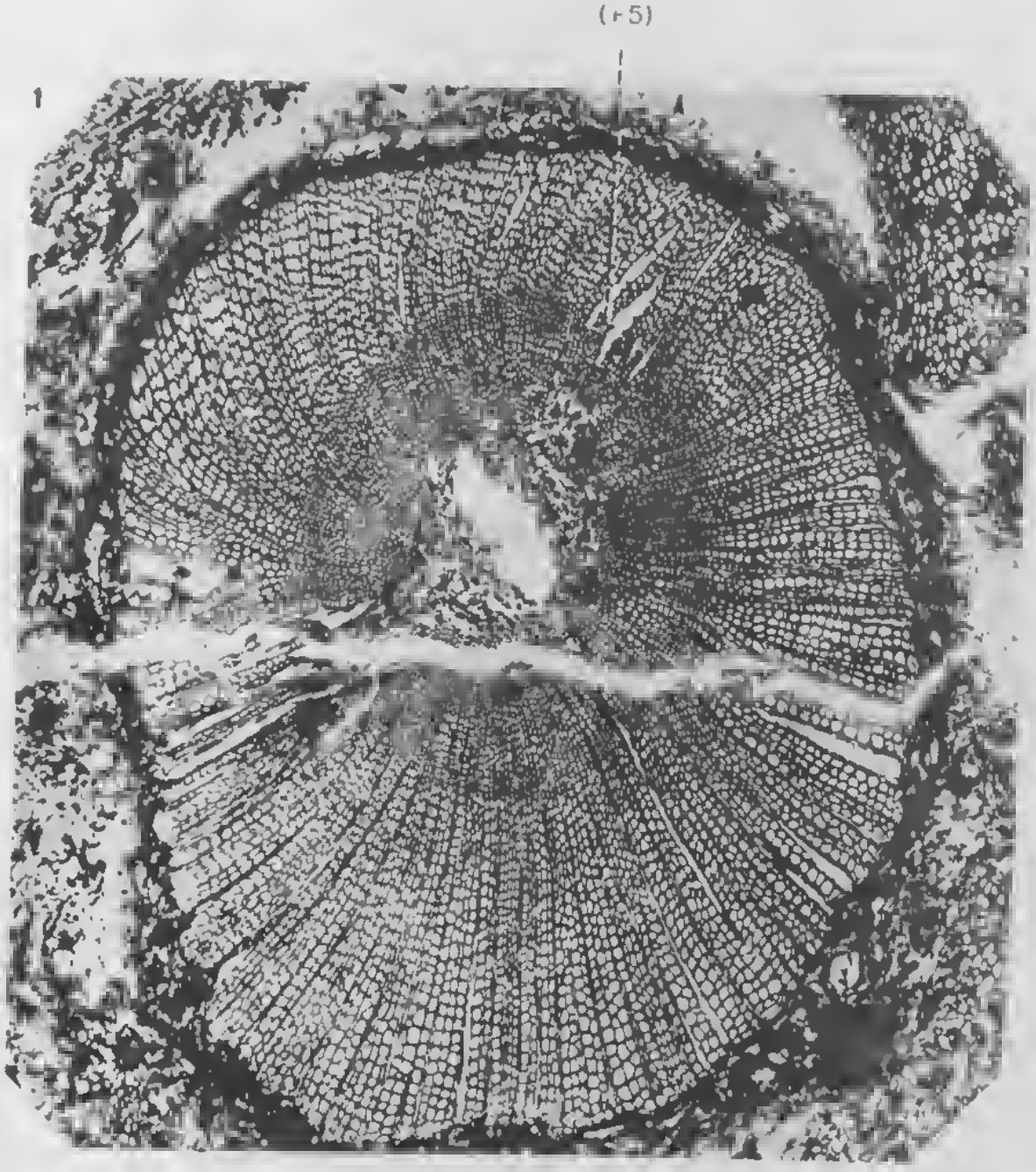
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 118

Coupe transversale sériée d'une ramification axillaire du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

FIG. 1. - Lame mince n° 2990.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Caal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

x 20

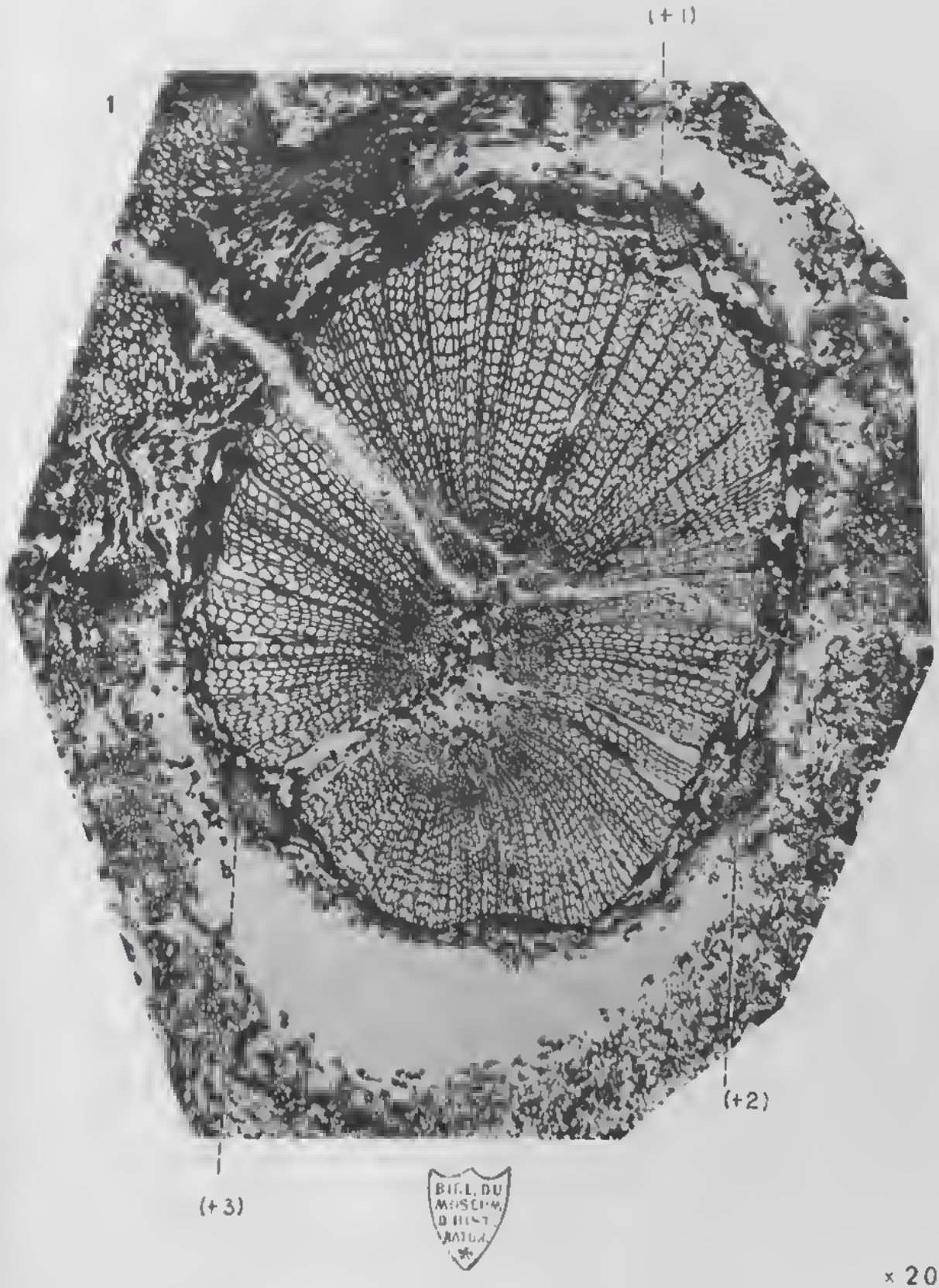
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 119

Coupe transversale d'une ramification axilaire du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 2987.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



BULL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

× 20

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 120

Coupes transversales isolées de ramifications axilaires du type II chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

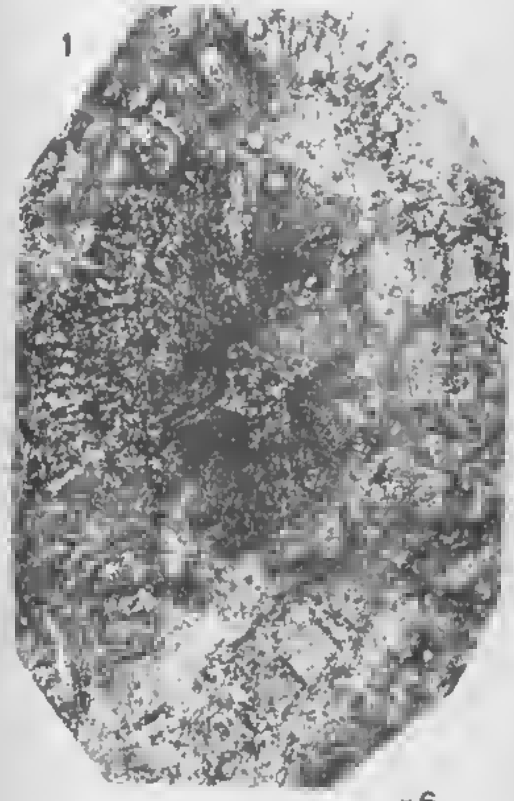
Fig. 1. Lame mince n° 21.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Fig. 2. - Lame mince n° M 78 l.
Origine : *Halifax Hard Bed (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 10.

Fig. 3. Lame mince n° M 78 h.
Origine : *Halifax Hard Bed (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 10.

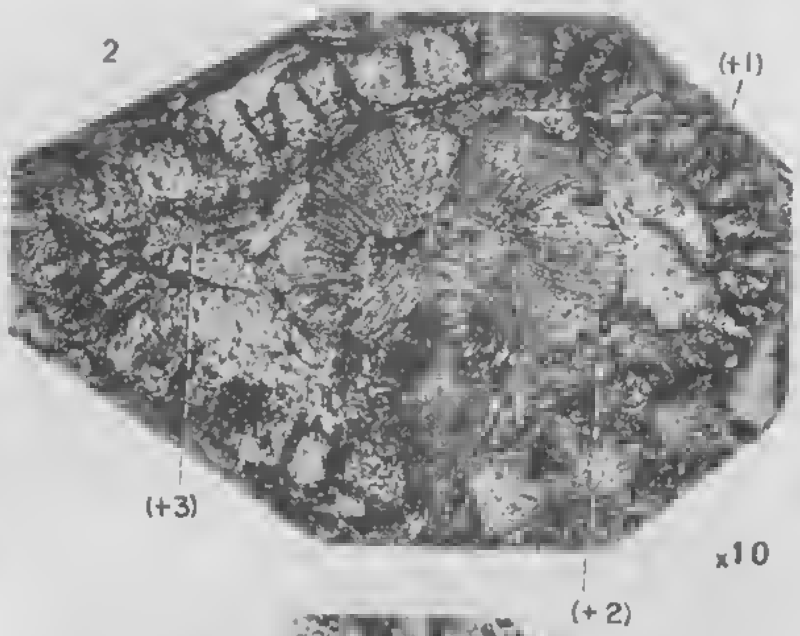
Fig. 4. Lame mince n° 2504.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Hollande (Geologishe buro).*
Gr. : = 16.

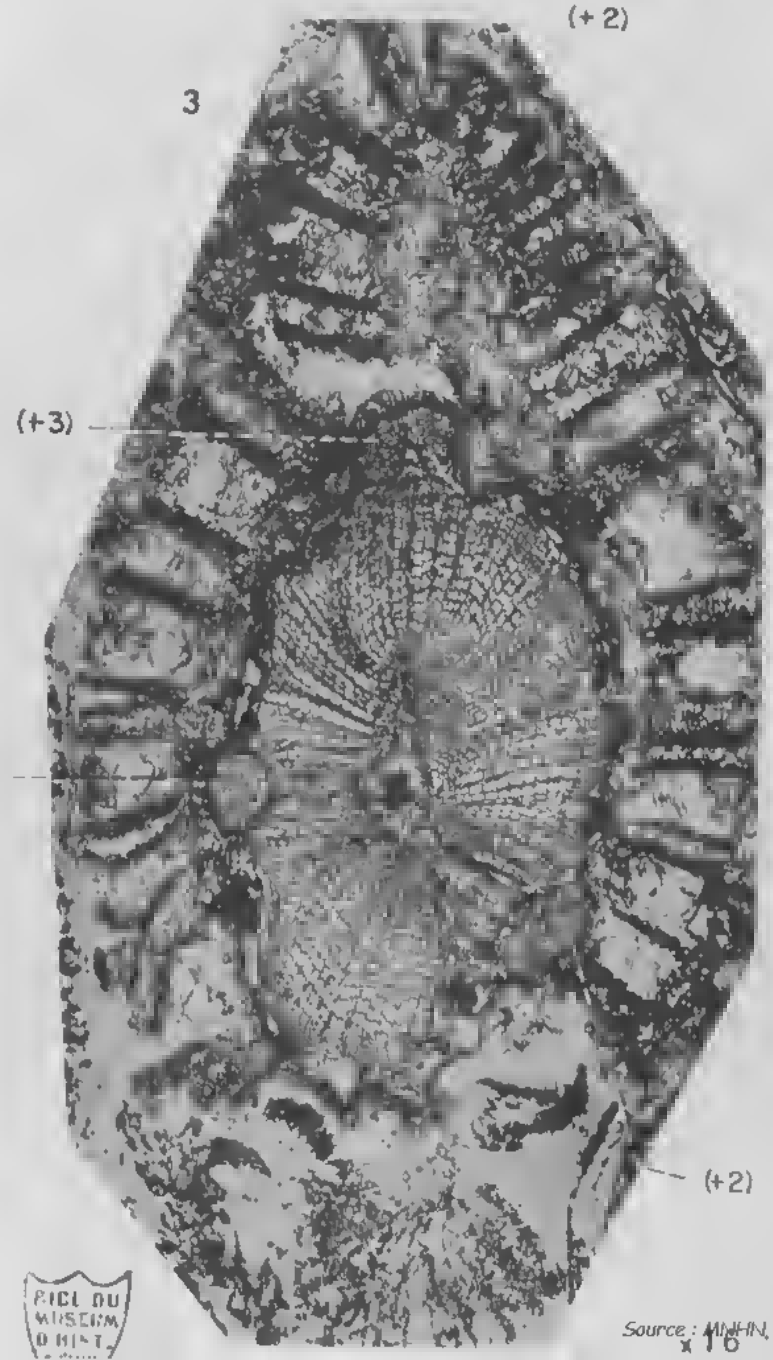
Source : MNHN, Paris

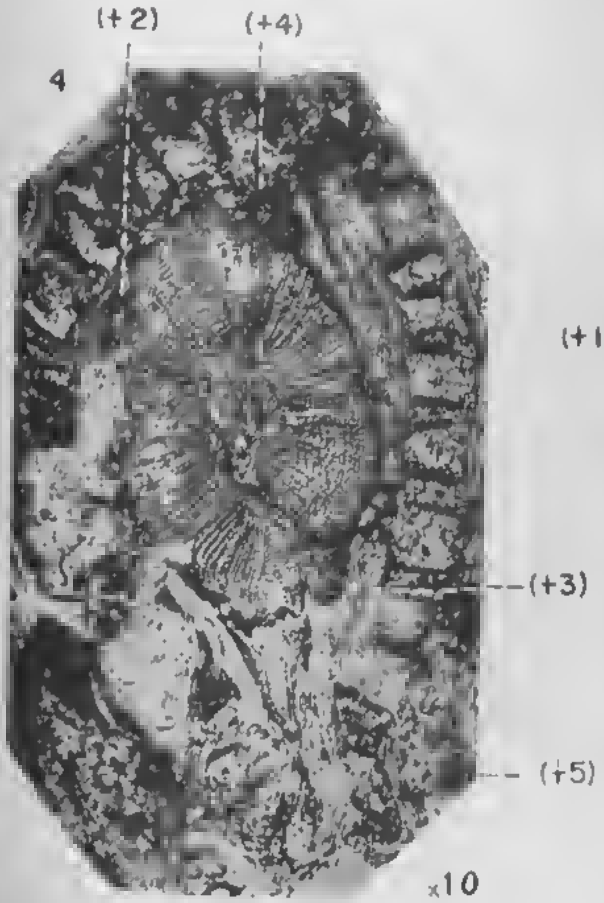


1

x6







FIGL DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 121

Coupes transversales sériées d'une tige principale et de son pétiole principal chez *Lyginopteris oldhamia* (BINNEY) POTONIÉ.

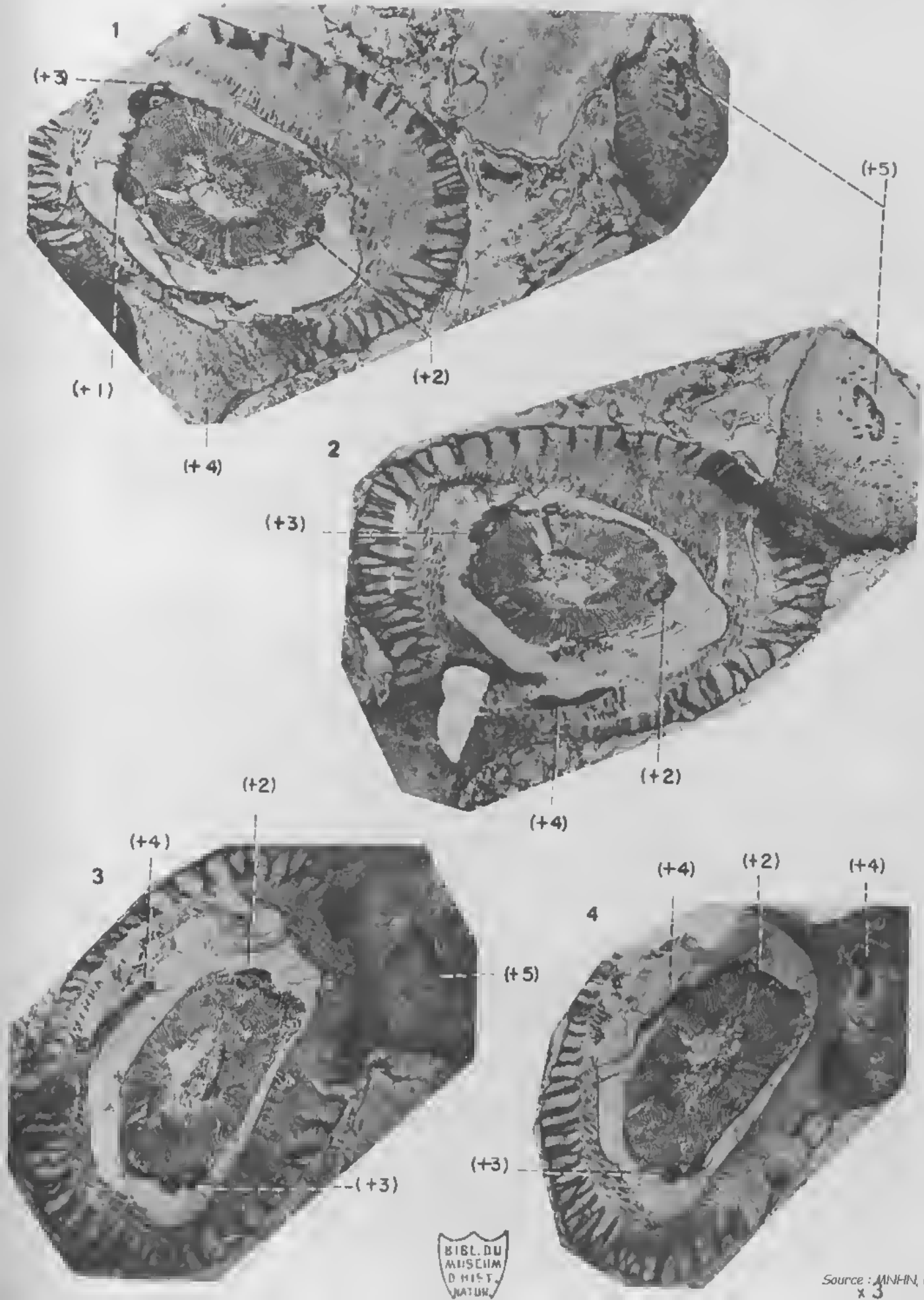
FIG. 1. – Lame mince n° 1856 IT^3.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

FIG. 2. – Lame mince n° 1858 IT^7.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

FIG. 3. – Lame mince n° 1858 IT^4.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

FIG. 4. – Lame mince n° 1858 IT^1.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 3.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris
x 3

PLANCHE 122

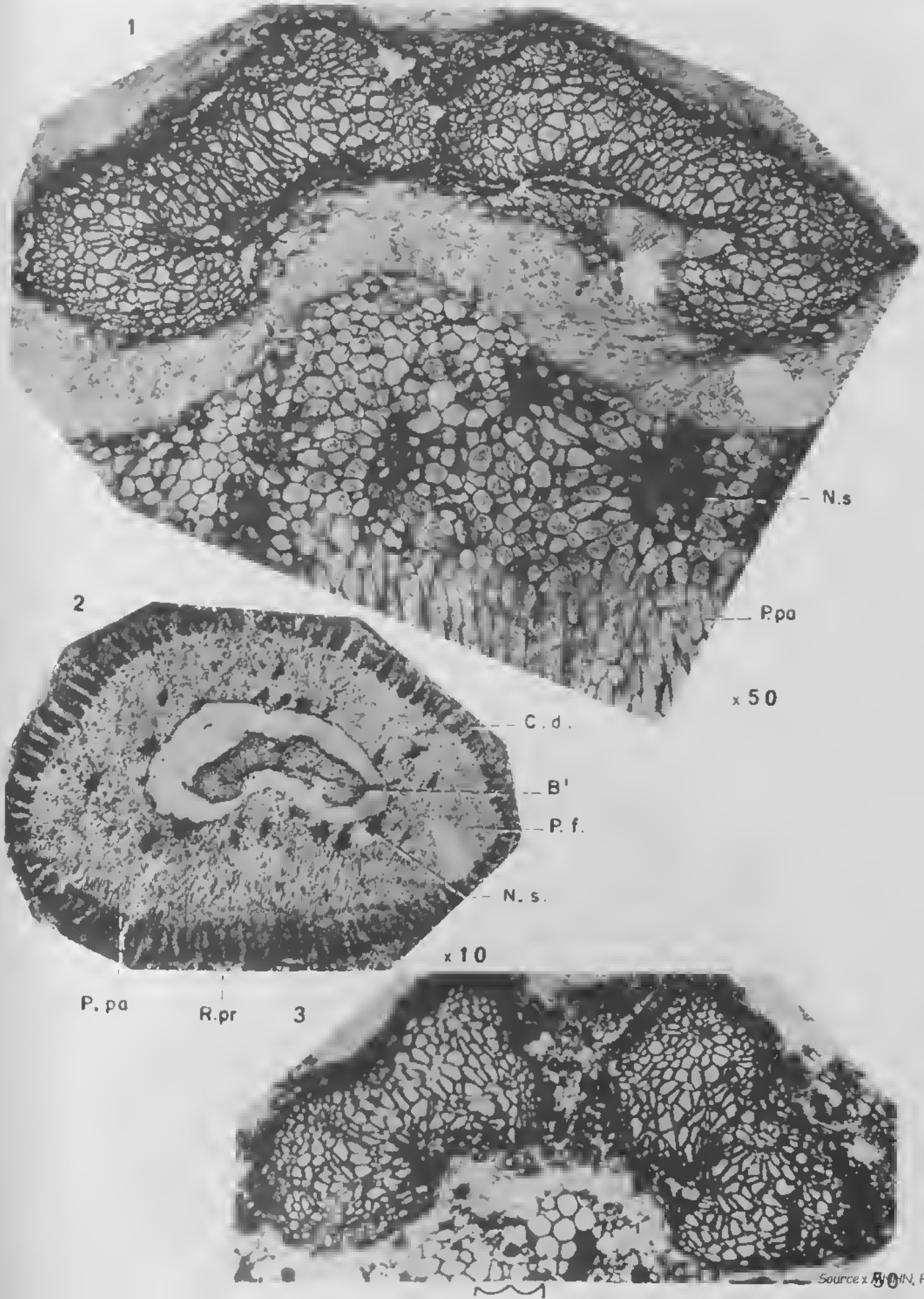
Région basale du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Coupe transversale du bois primaire inclus dans le pétiole figuré pl. 122, fig. 2.
Lame mince n° 1856 IT°.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Coupe transversale du rachis.
Lame mince n° 1856 IT°.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

Fig. 3. – Coupe transversale du bois primaire.
Lame mince n° 2.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris



Source x RMN, Paris

PLANCHE 123

Région basale du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Coupe transversale d'un rachis.
Lame mince n° 22 Lx I.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

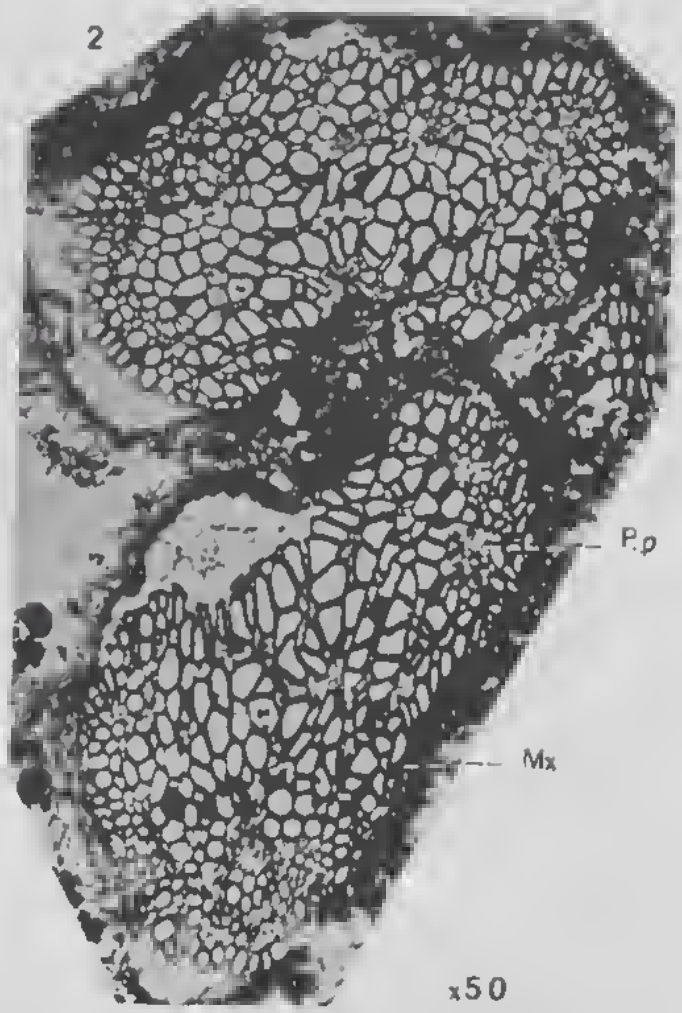
Fig. 2. – Coupe transversale du bois primaire inclus dans le pétiole figuré pl. 123, fig. 1.
Lame mince n° 22 Lx I.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

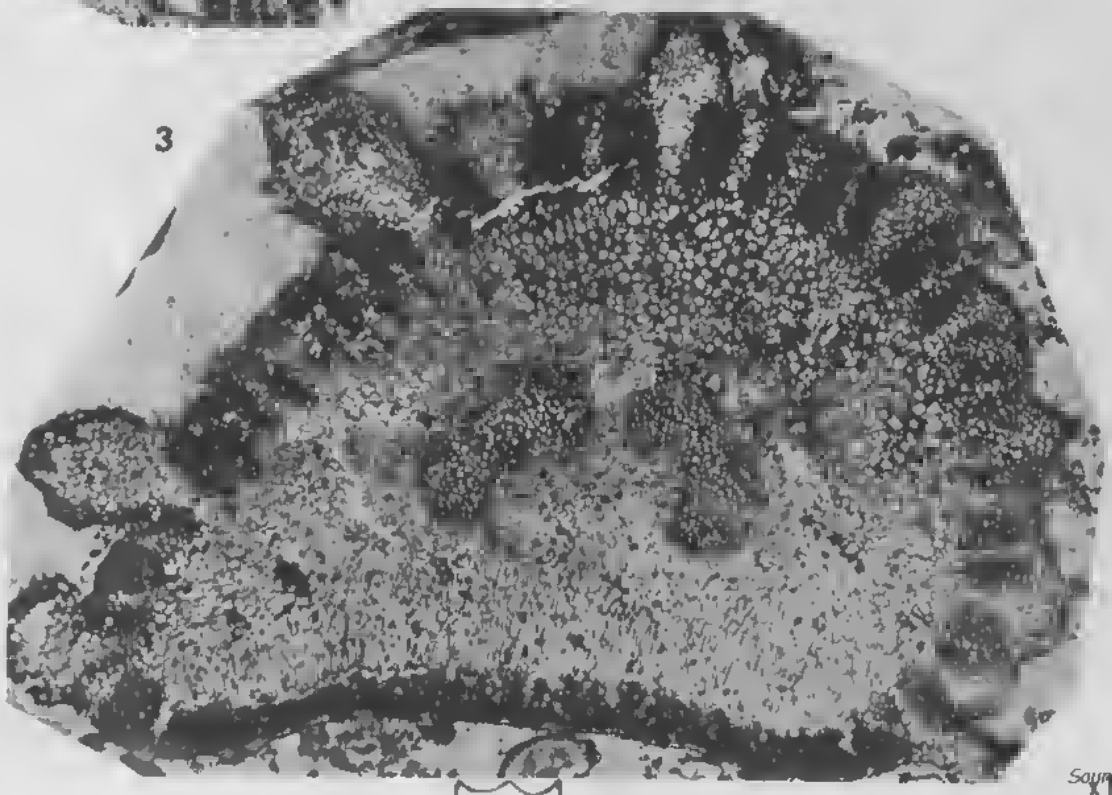
Fig. 3. – Coupe transversale d'un rachis.
Lame mince n° M 4.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris

1

x 15





Source: MNHN, Paris

PLANCHE 124

Région basale du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

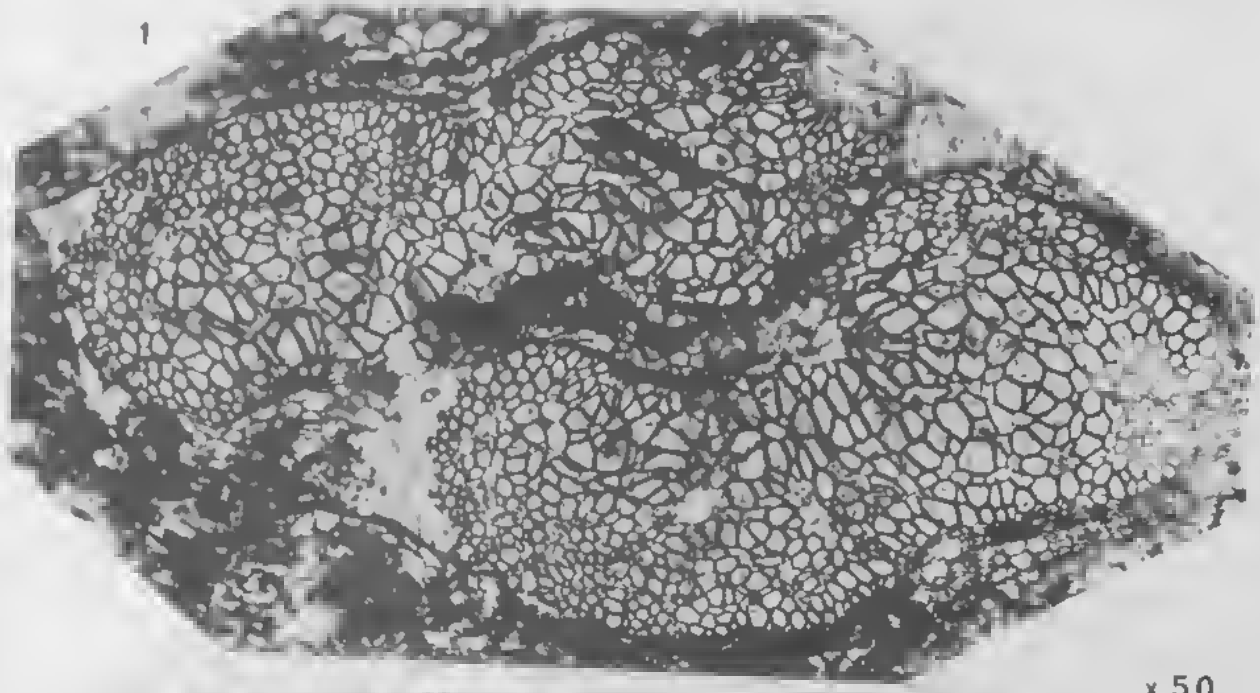
Fig. 1. – Coupe transversale du bois primaire inclus dans le pétrole figuré pl. 124, fig. 3.
Lame mince n° 77 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Coupe transversale d'un rachis.
Lame mince n° 109 (8).
Origine : *Belgique.*
Niveau : *Bouxharmont.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Coupe transversale d'un rachis.
Lame mince n° 77 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

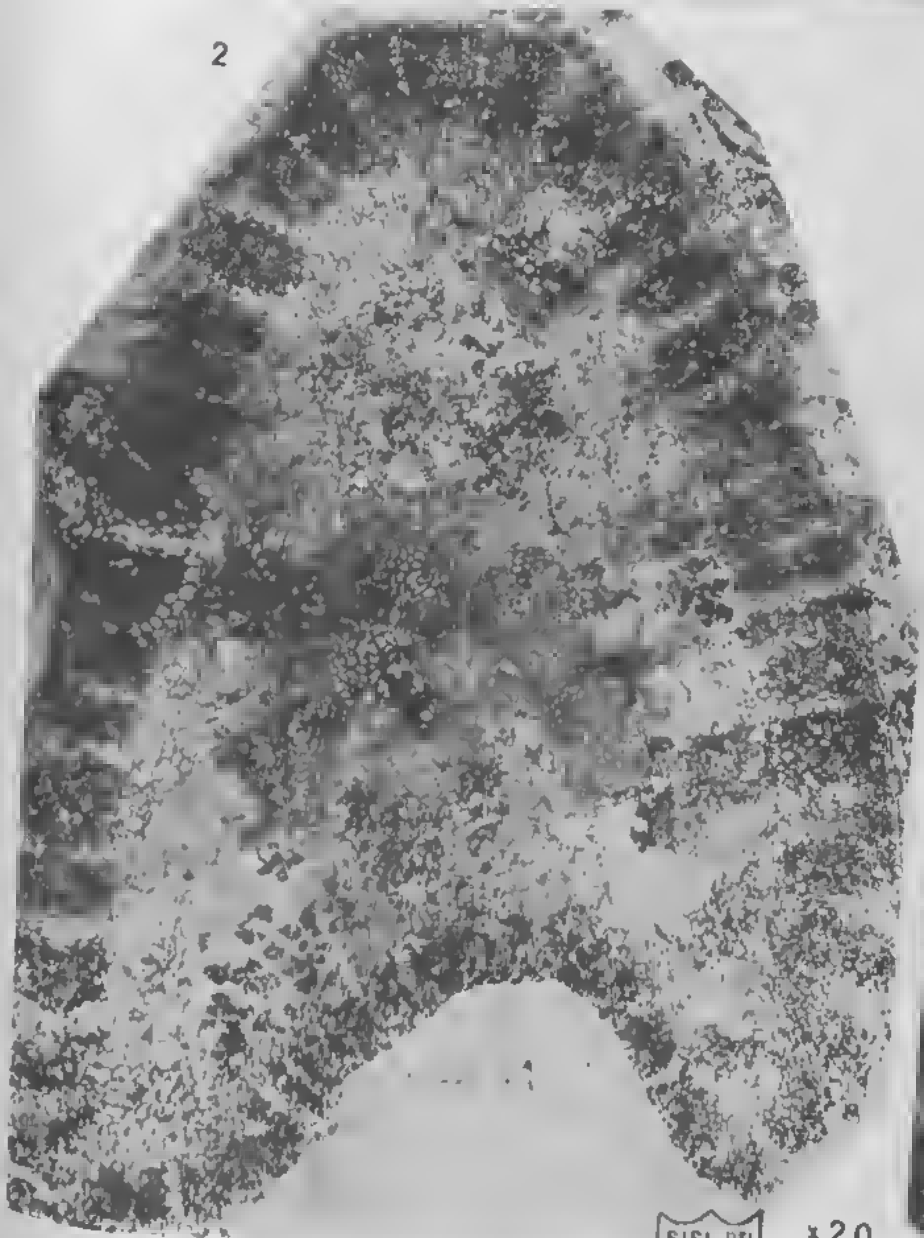
Source : MNHN, Paris

1



x 50

2



3

BIBL. DU MUS. M

x 20

x 10

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 125

Coupes transversales pratiquées dans la région basale du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

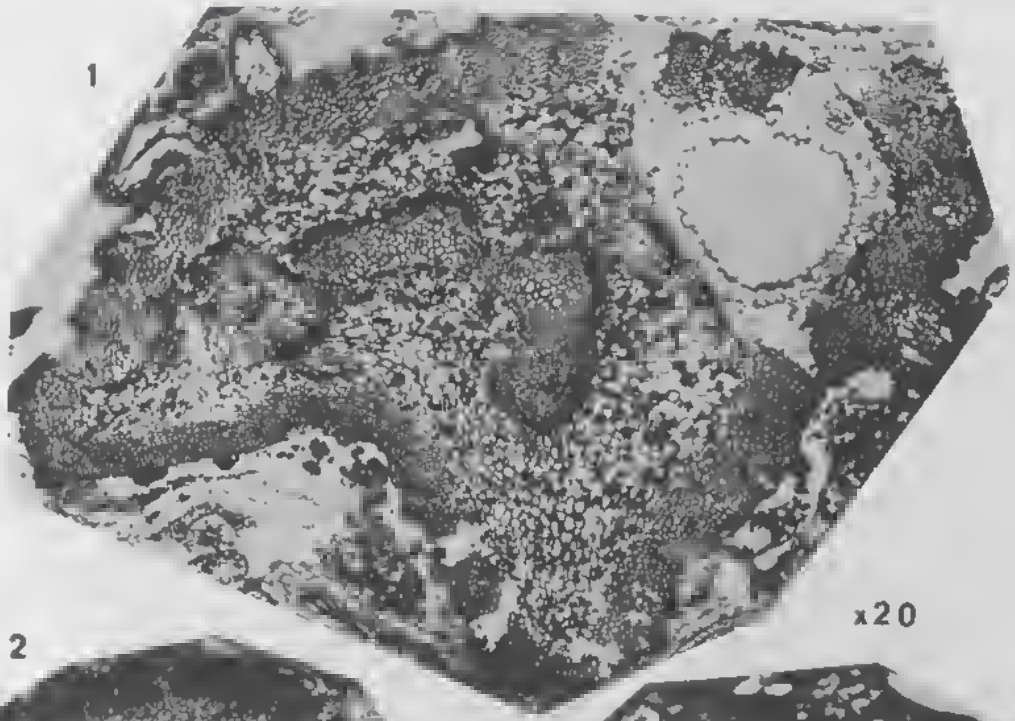
Fig. 1. – Lame mince n° 3078.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

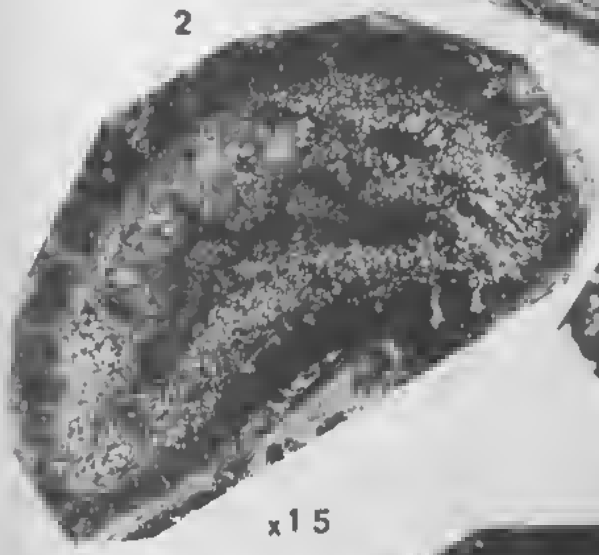
Fig. 2. – Lame mince n° LM[1].
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 15.

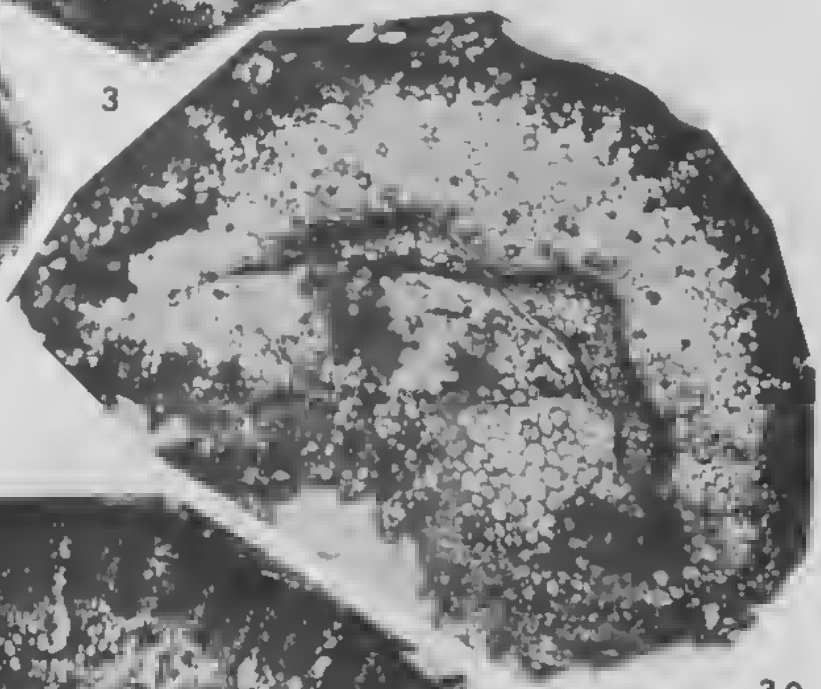
Fig. 3. – Lame mince n° 11.
Origine : *Bacup (Lancoshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 30.

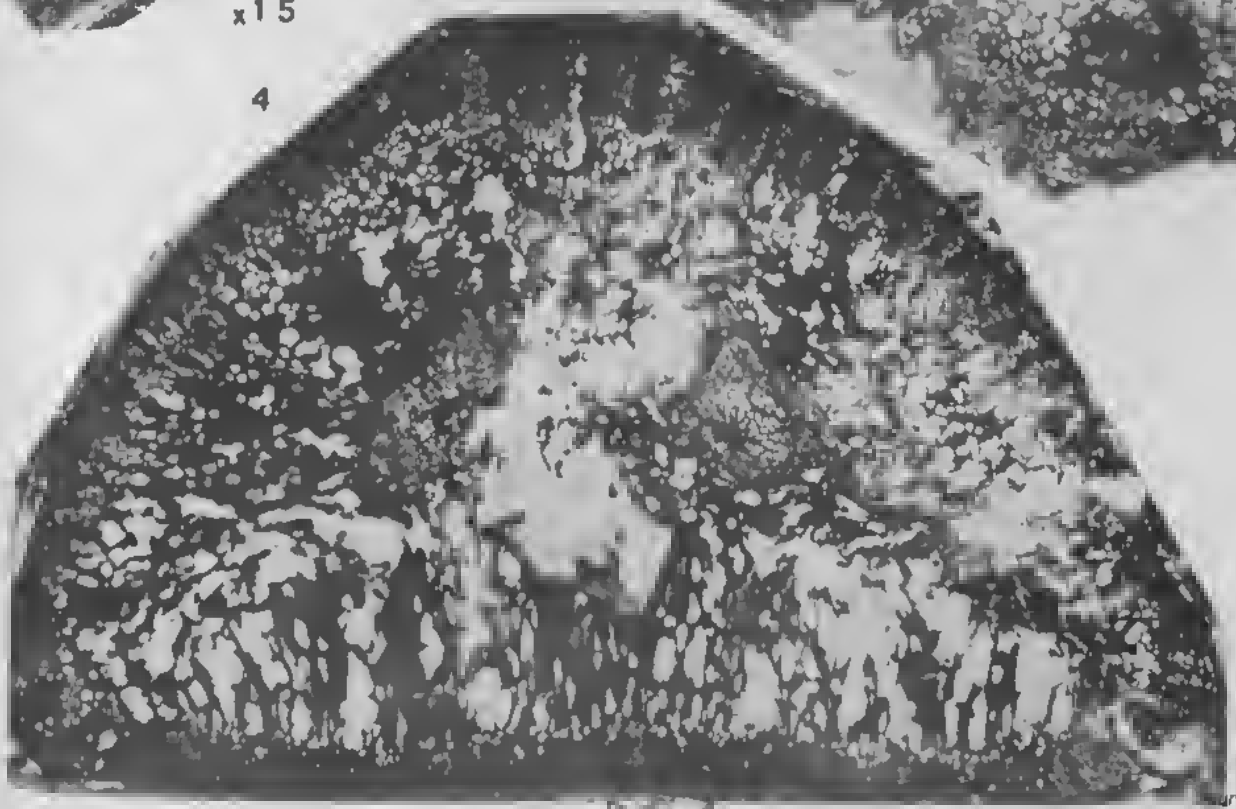
Fig. 4. – Lame mince n° 74 Lx 11.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris









Source : MNHN, Paris

PLANCHE 126

Coupes transversales pratiquées dans la région basale du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 39.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

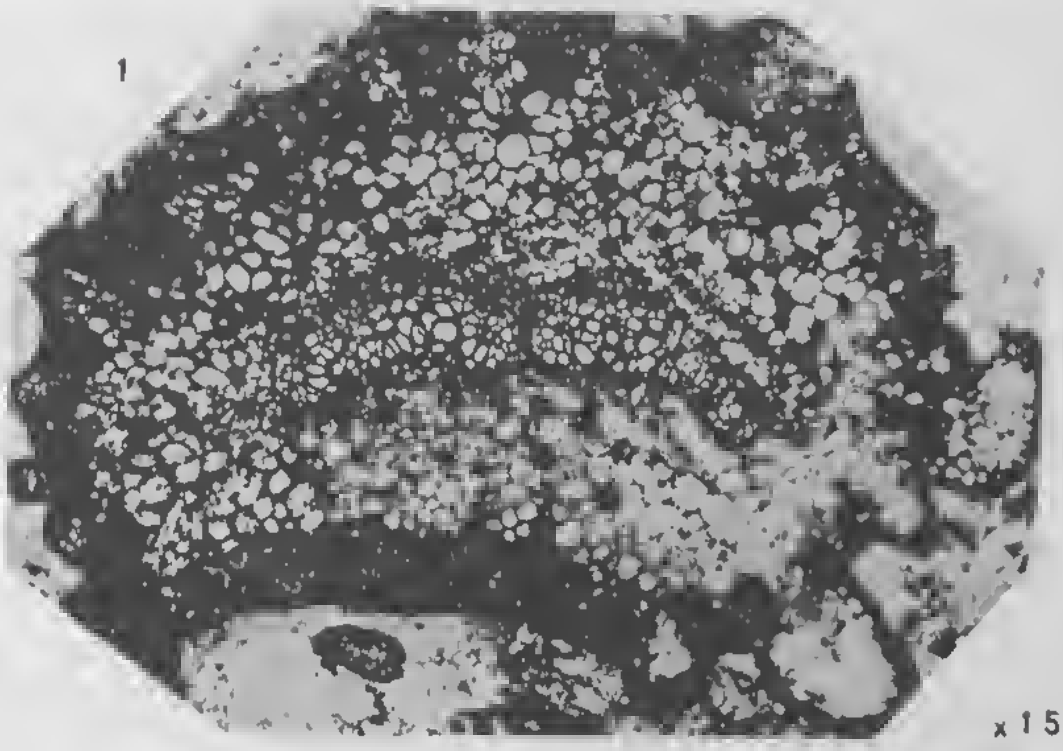
Fig. 2. – Lame mince n° 32.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

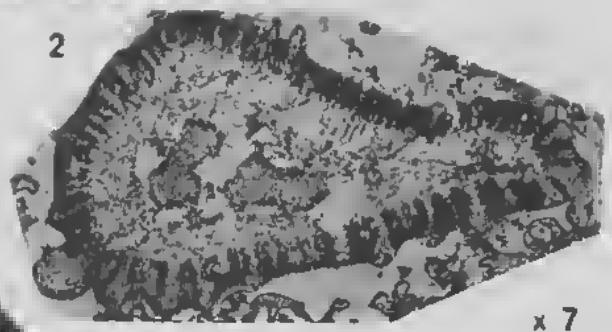
Fig. 3. – Lame mince n° 290.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 7.

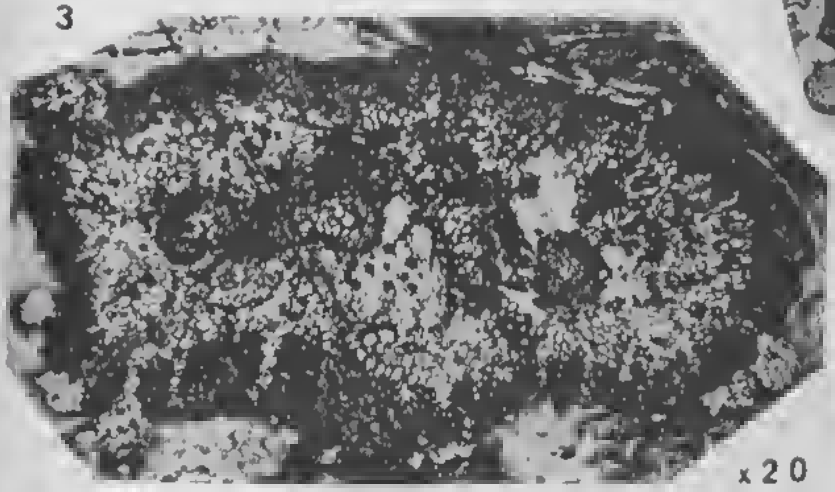
Fig. 4. – Lame mince n° 33.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 7.

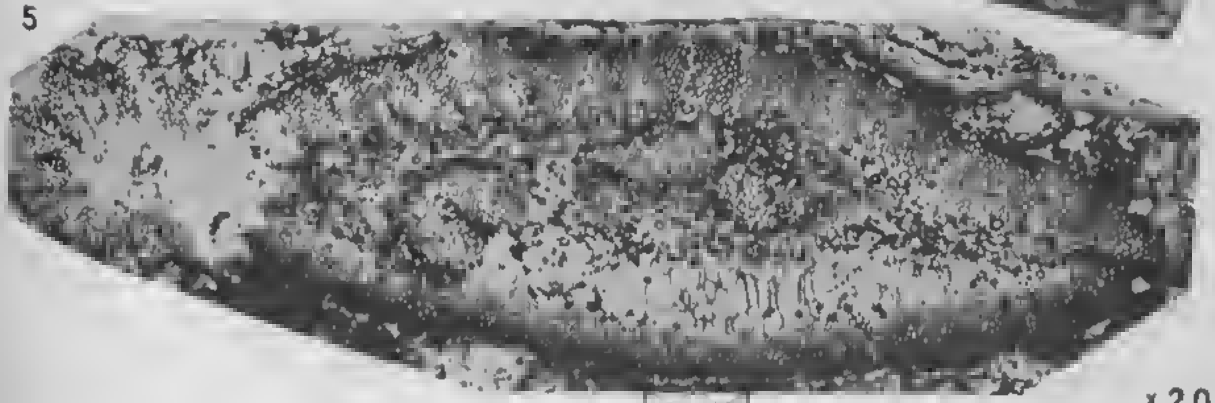
Fig. 5. – Lame mince n° 2084.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris









Source : MNHN, Paris

PLANCHE 127

Coupes transversales pratiquées dans la région basale du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 28.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

Fig. 2. – Lame mince n° 9.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Lame mince n° 28.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 4. – Lame mince n° 33.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 12.

Fig. 5. – Lame mince n° 1 B/31.
Origine : *Belgique.*
Niveau : *Bouxharmont.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 11.

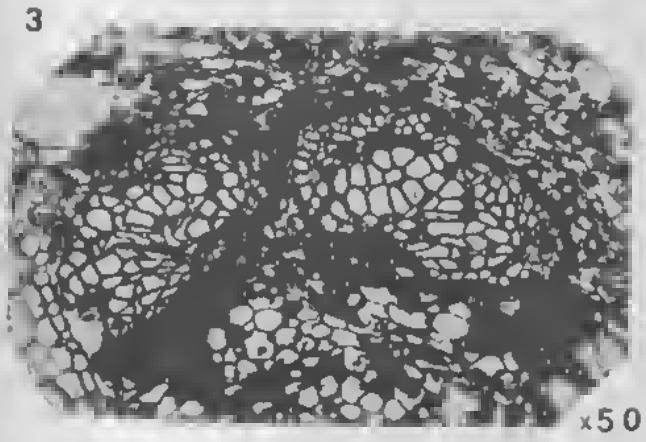
Fig. 6. – Lame mince n° 33.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 11.

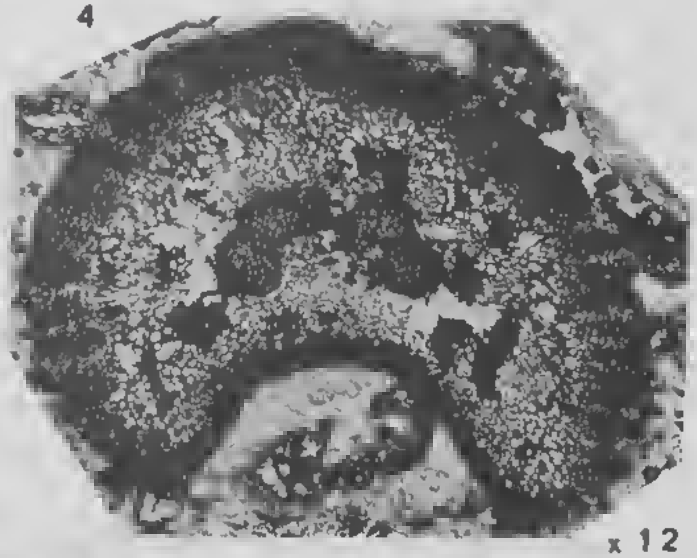
Fig. 7. – Lame mince n° 1396.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 10.

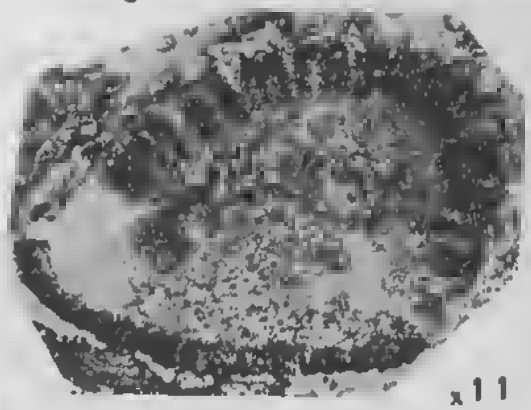
Fig. 8. - Lame mince n° 1 B/30.
Origine : *Belgique.*
Niveau : *Bouxharmont.*
Collection : *Université de Liège.*
Gr. : = 11.

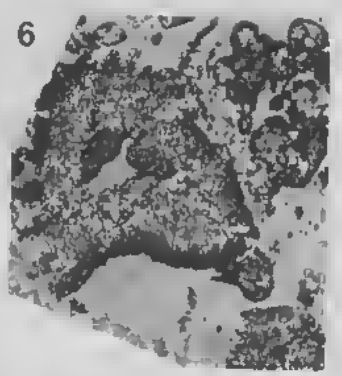
Fig. 9. – Lame mince n° 33.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 14.

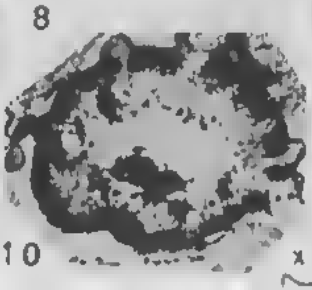
Source : MNHN, Paris

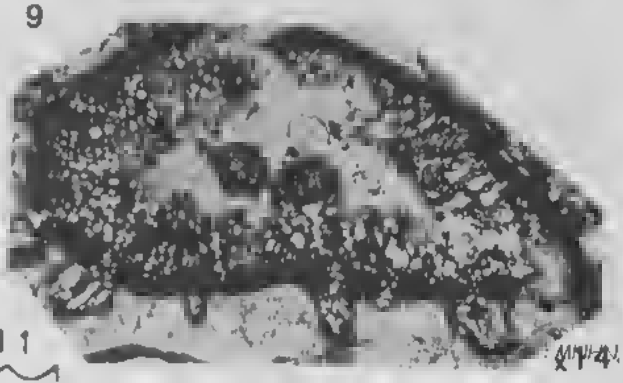












MNHN, Paris

PLANCHE 128

Coupes transversales pratiquées dans les régions basale et moyenne du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Région basale.
Lame mince n° 101.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

Fig. 2. – Région basale.
Lame mince n° 49.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Gr. : = 10.

Fig. 3. – Région moyenne.
Lame mince n° 20 Lx 1.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

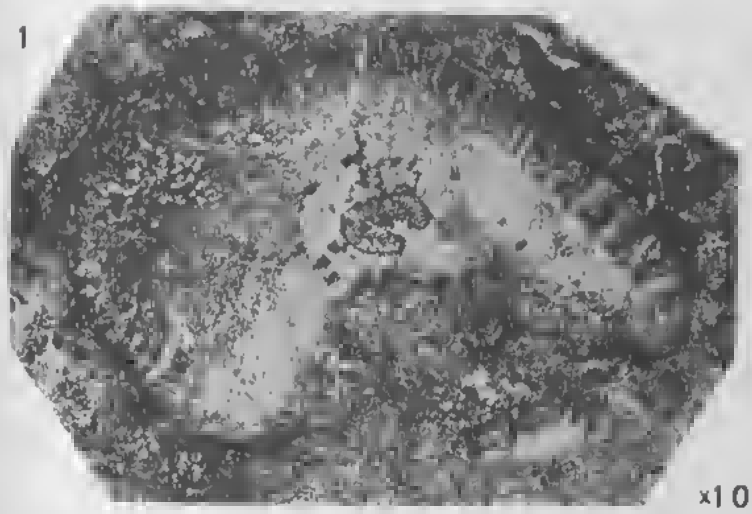
Fig. 4. – Région moyenne.
Lame mince n° 39.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. 5. – Région moyenne.
Lame mince n° 78.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Gr. : = 20.

Fig. 6. – Région moyenne.
Lame mince n° 8 (1758).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris

1

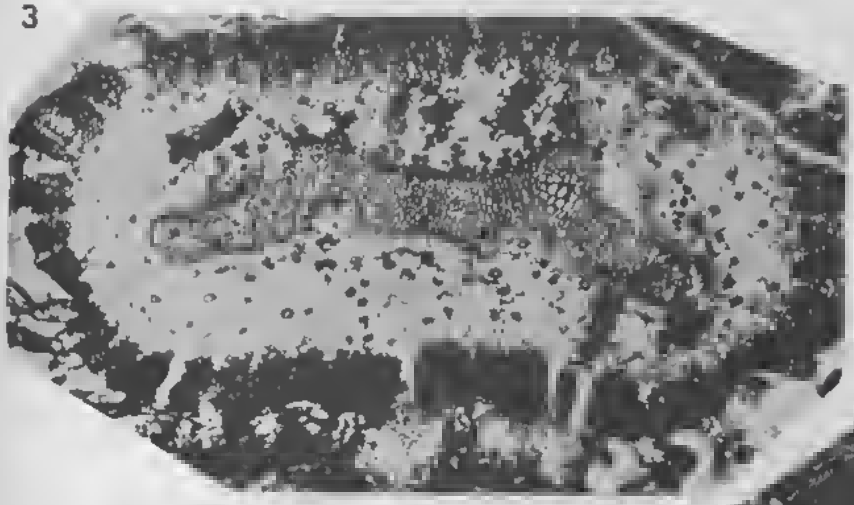


x10

2

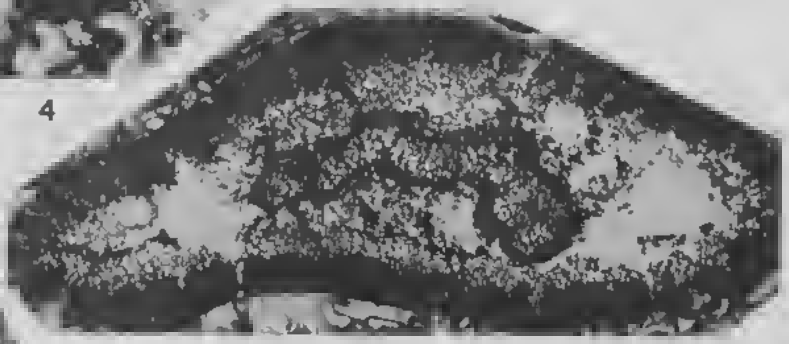
x 10

3



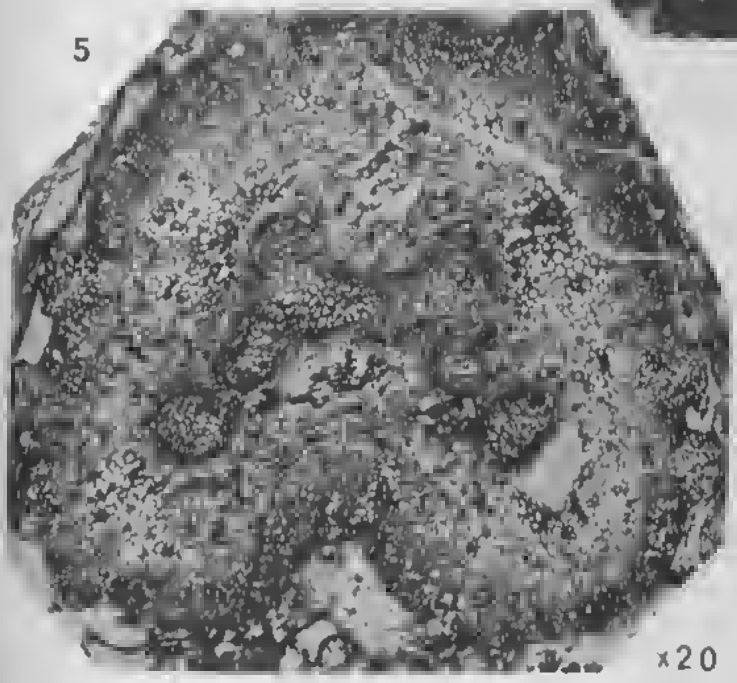
x 20

4



x 15

5



x 20

6

x 15

BIBL DU MUSEUM D HIST

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 129

Coupes transversales pratiquées dans la réglon moyenne du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Peel Sectlon n° P 1.
Orlgine : *Angleterre.*
Nlveau : *Coal Measures.*
Collectlon : *Londres (Imperial College).*
Gr. : = 5.

Fig. 2. – Lame mince n° l (1751).
Orlgine : *Dulesgate (Lancashire).*
Nlveau : *Coal Measures.*
Collectlon : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

Fig. 3. – Lame mince n° 24 Lx I (1775).
Orlgine : *Bacup (Lancashire).*
Nlveau : *Coal Measures.*
Collectlon : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

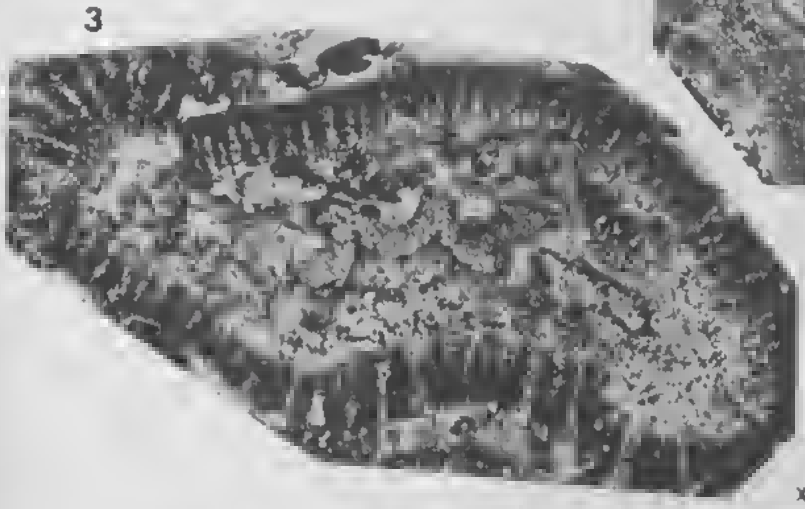
Fig. 4. – Lame mince n° 19 (1770).
Orlgine : *Bacup (Lancashire).*
Nlveau : *Coal Measures.*
Collectlon : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 5. – Lame mince n° 8458.
Orlgine : *Dulesgate (Lancashire).*
Nlveau : *Coal Measures.*
Collectlon : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

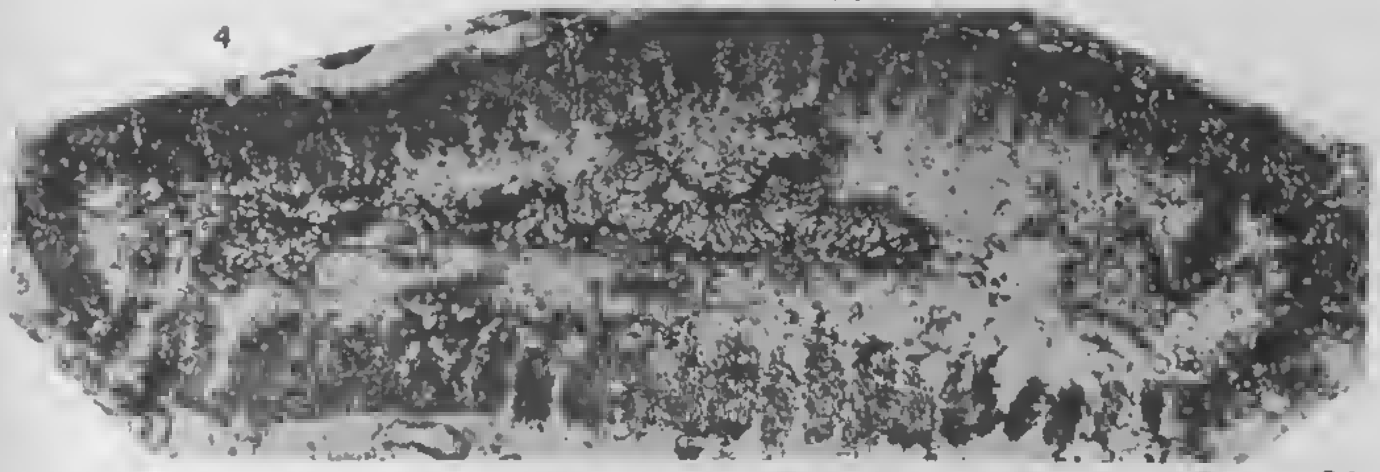
Source : MNHN, Paris

x5

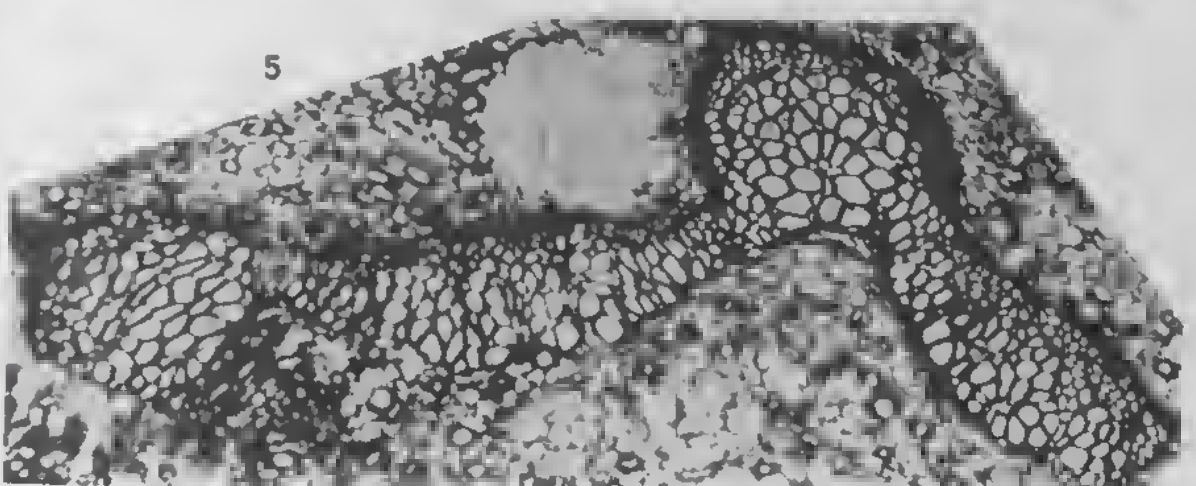
x15



x10



x20



x50

BIBL. DU

Source x/ MNHN, Paris

PLANCHE 130

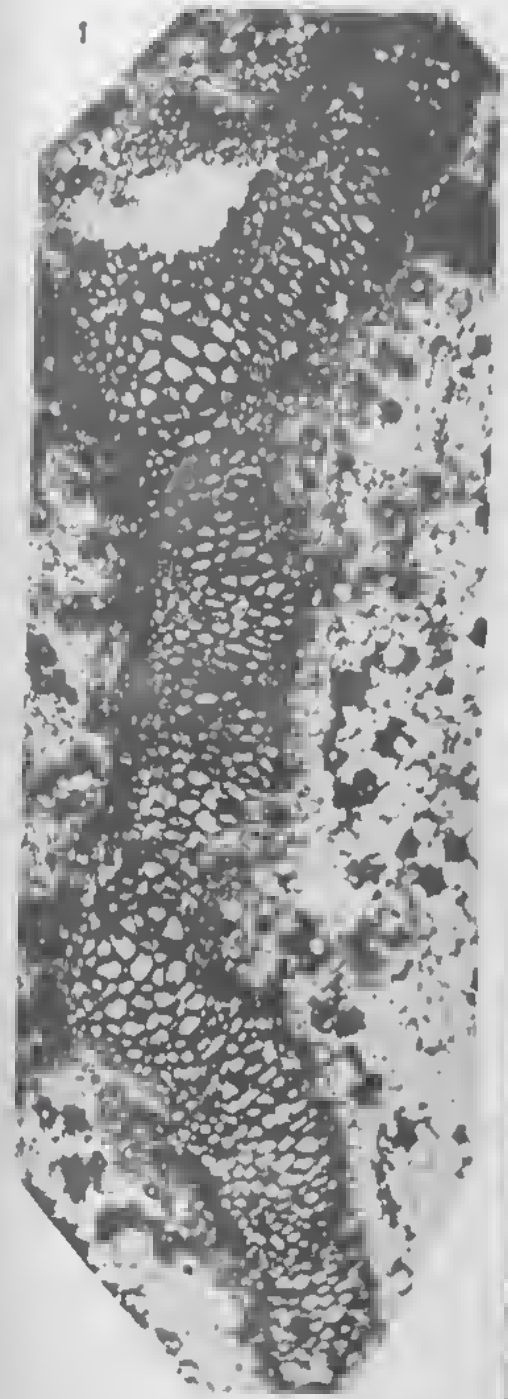
Coupes transversales du bois primaire dans la région moyenne du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 20 Lx I.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Lame mince n° 24 Lx I.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 3. – Lame mince n° 1.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 131

Coupes transversales pratiquées dans la région supérieure du rachis principal chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° M 0 14.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 20.

Fig. 2. – Lame mince n° 2235.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 10.

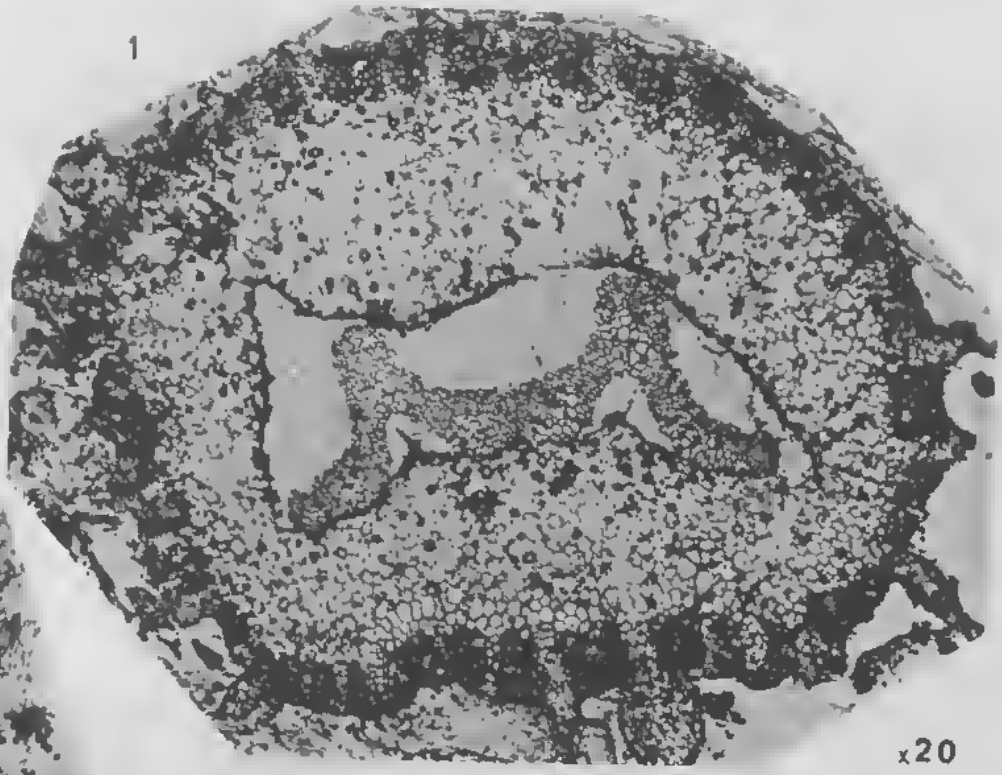
Fig. 3. – Lame mince n° 22 Lx I.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

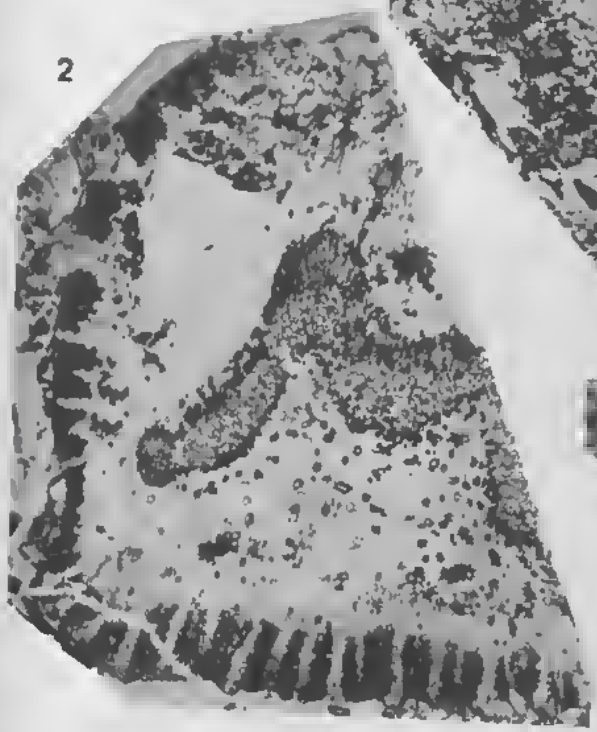
Fig. 4. – Lame mince n° M 50 w.
Origine : *Sharney Ford (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

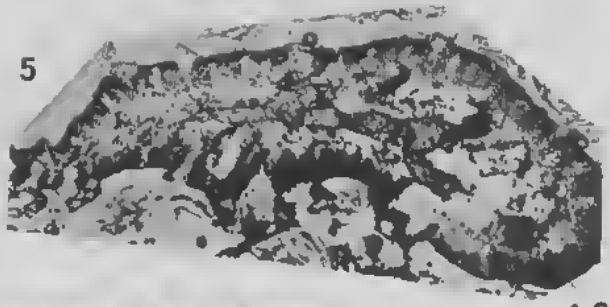
Fig. 5. – Lame mince n° 22 Lx I 1773.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

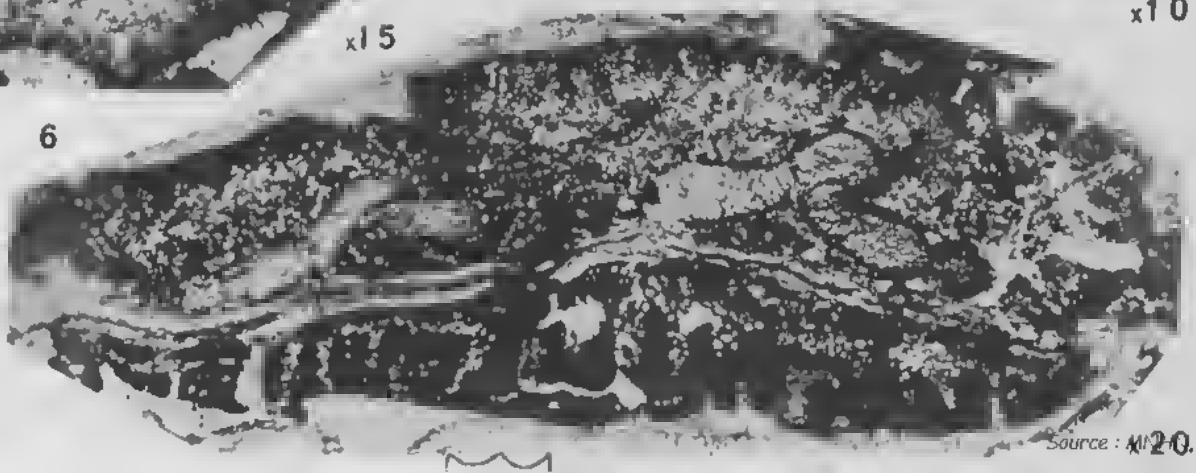
Fig. 6. – Lame mince n° M 25 a.
Origine : *Dulesgale (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris









Source : MNHN, Paris

PLANCHE 132

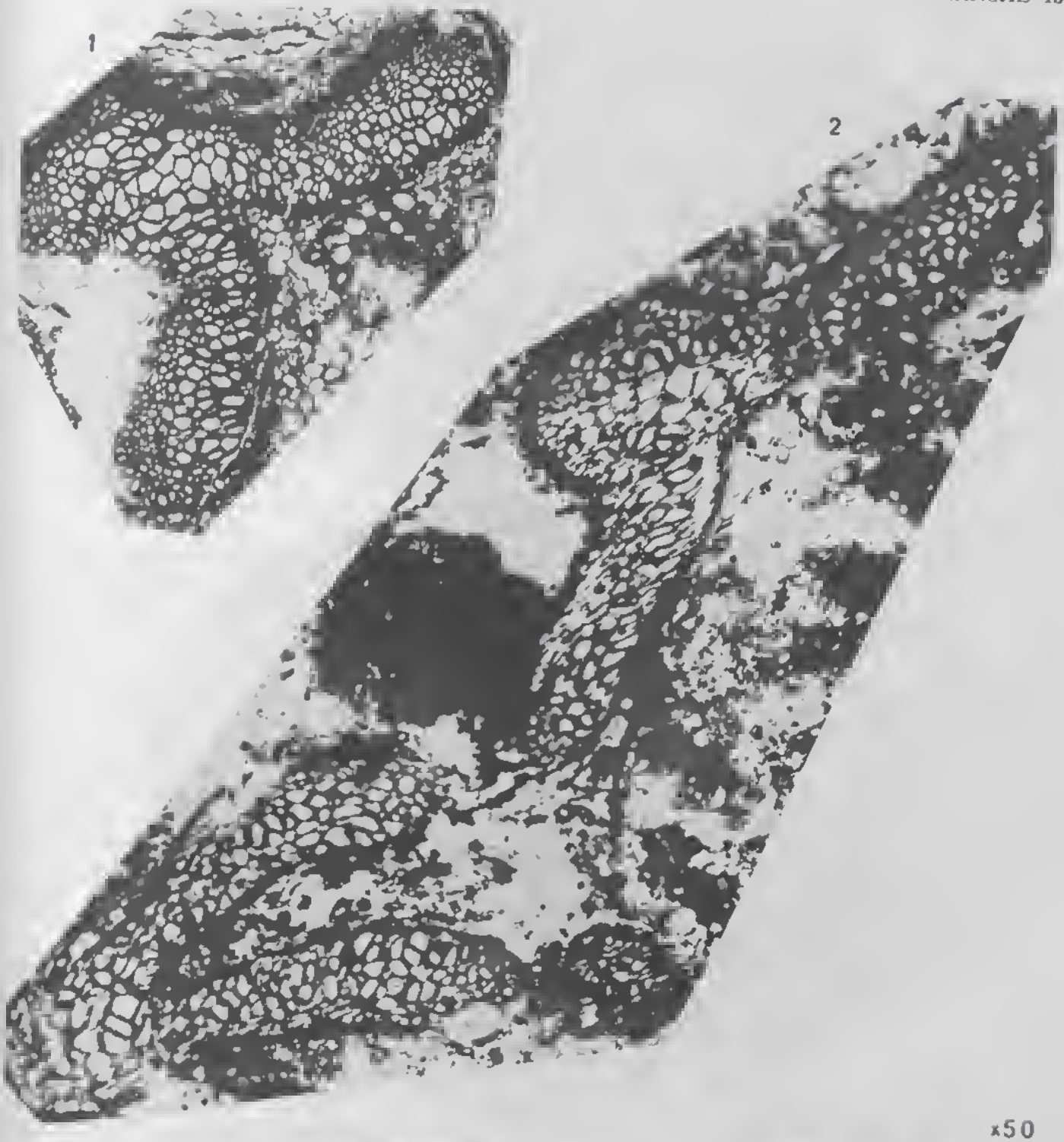
Coupes transversales du bois primaire pratiquées dans la région sommitale du rachis principal et dans le rachis primaire.

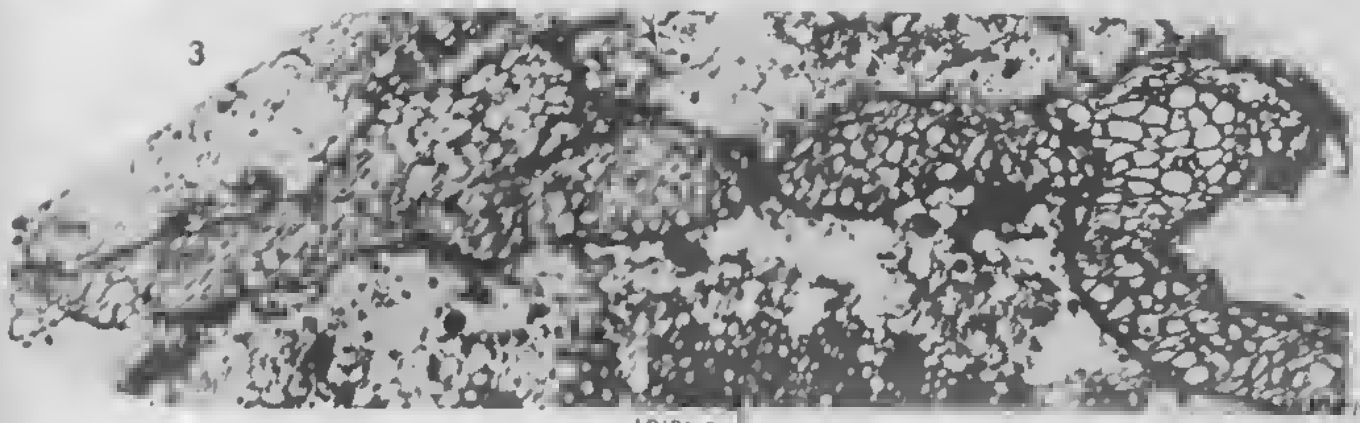
Fig. 1. – Rachis primaire.
Lame mince n° M 25 b.
Origine : *Dulesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (University College)*.
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Rachis principal.
Lame mince n° 22 Lx I1.
Origine : *Bacup (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 50.

Fig. 3. – Rachis principal.
Lame mince n° 22 Lx 1.
Origine : *Bacup (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris





IBIEL.DU

PLANCHE 133

Coupes transversales pratiquées dans la région supérieure du rachis principal et dans le rachis primaire chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Rachis principal.
Lame mince n° 27 Lx 1.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

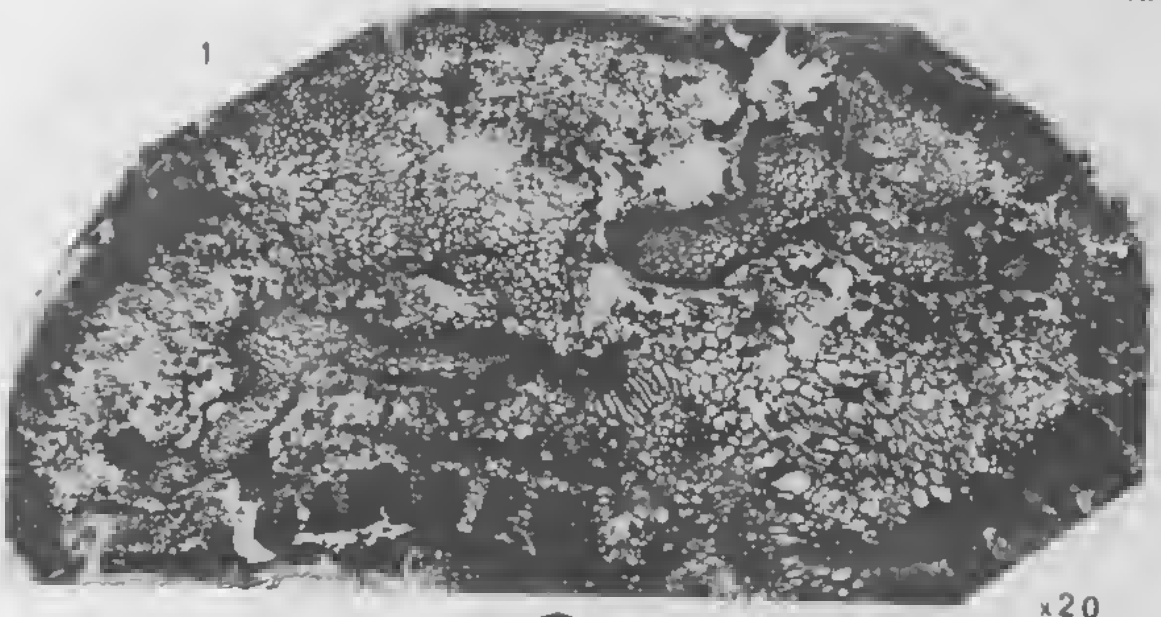
Fig. 2. – Rachis principal.
Lame mince n° 27 Lx 11.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 3. Rachis primaire.
Lame mince n° 33.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut géologique de Krefeld.*
Gr. : = 9.

Fig. 4. – Rachis primaire.
Lame mince n° 19.
Origine : *Bassin houiller de la Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 25.

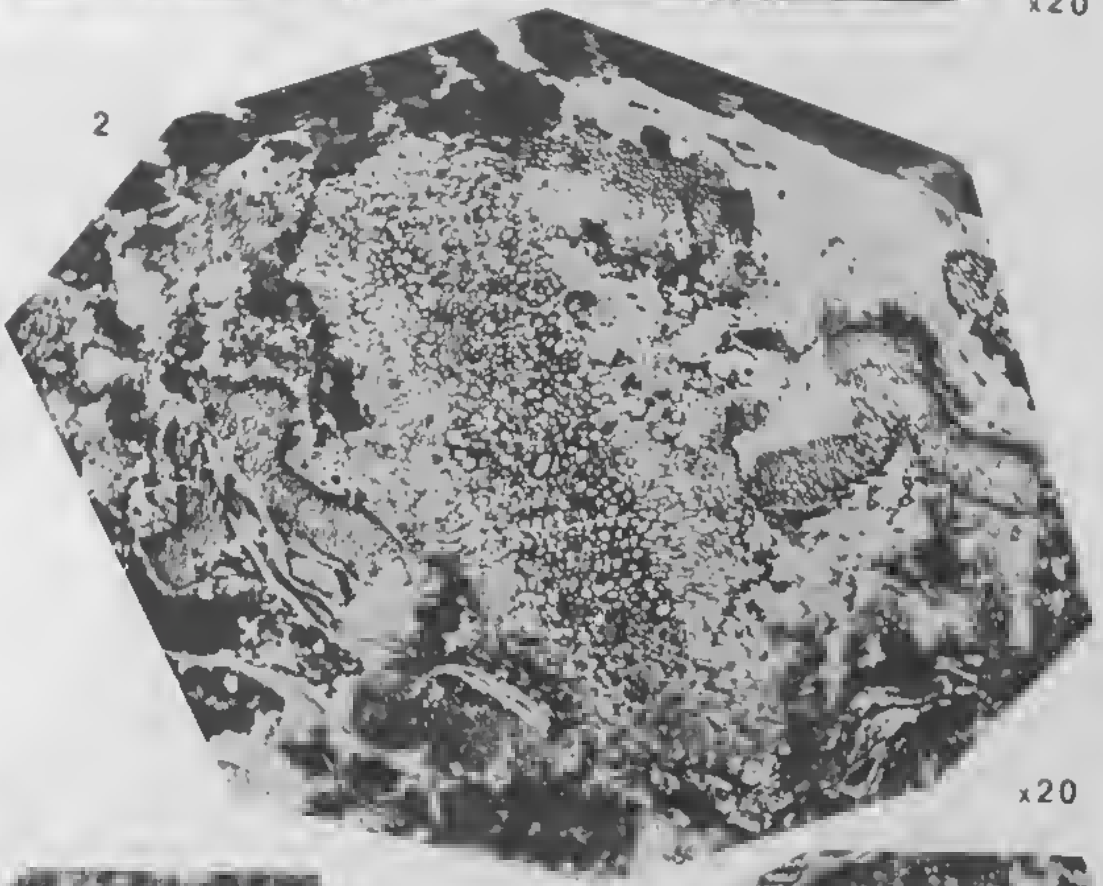
Source : MNHN, Paris

1



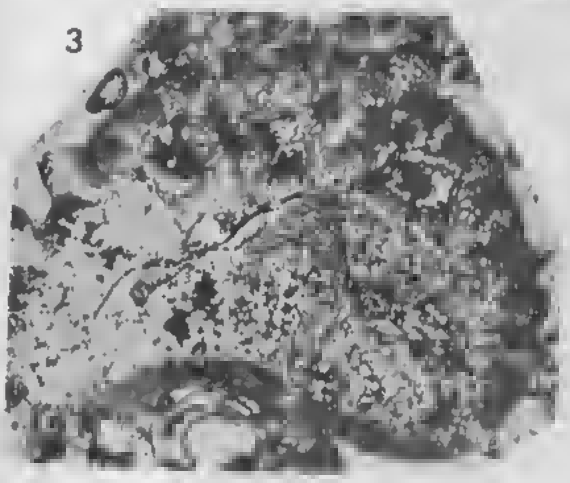
x20

2



x20

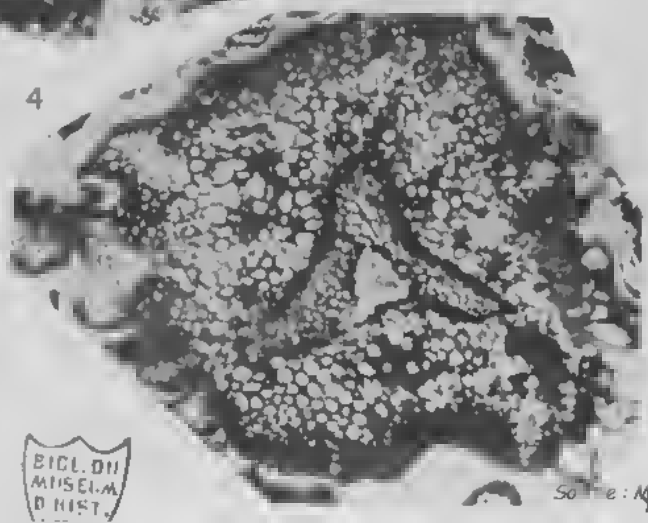
3



x9

BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

4



x25

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 134

Coupes transversales pratiquées dans les rachis secondaires chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 2534.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 30.

Fig. 2. – Lame mince n° 102 Lx II.
Origine : *Stanley Bridge (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

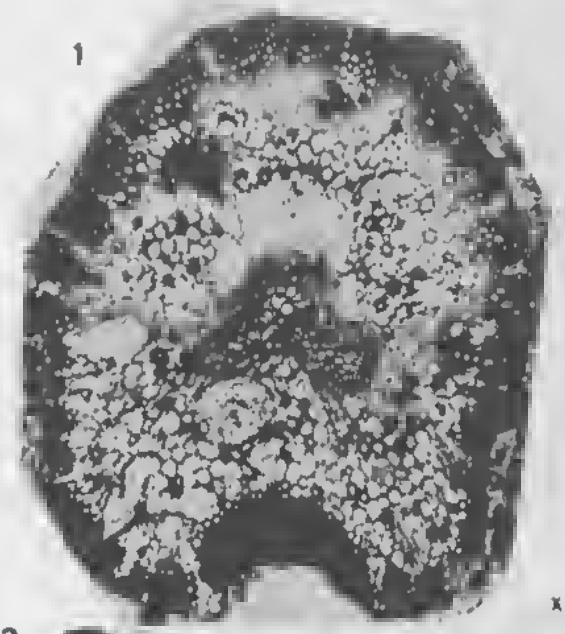
Fig. 3. – Lame mince n° N 13.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

Fig. 4. – Lame mince n° 33.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 15.

Fig. 5. – Lame mince n° 686.
Origine : *Dutesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 10.

Fig. 6. – Lame mince n° 1 à 17.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : ?
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris



1

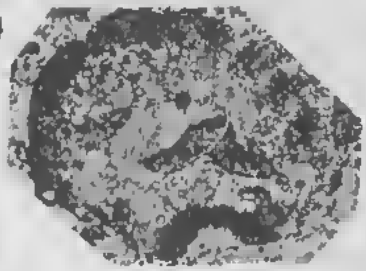
x30

2

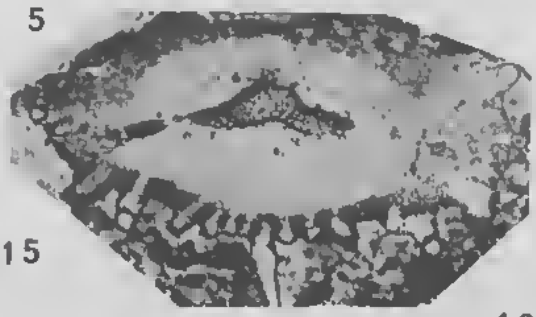
x 20

3

x10



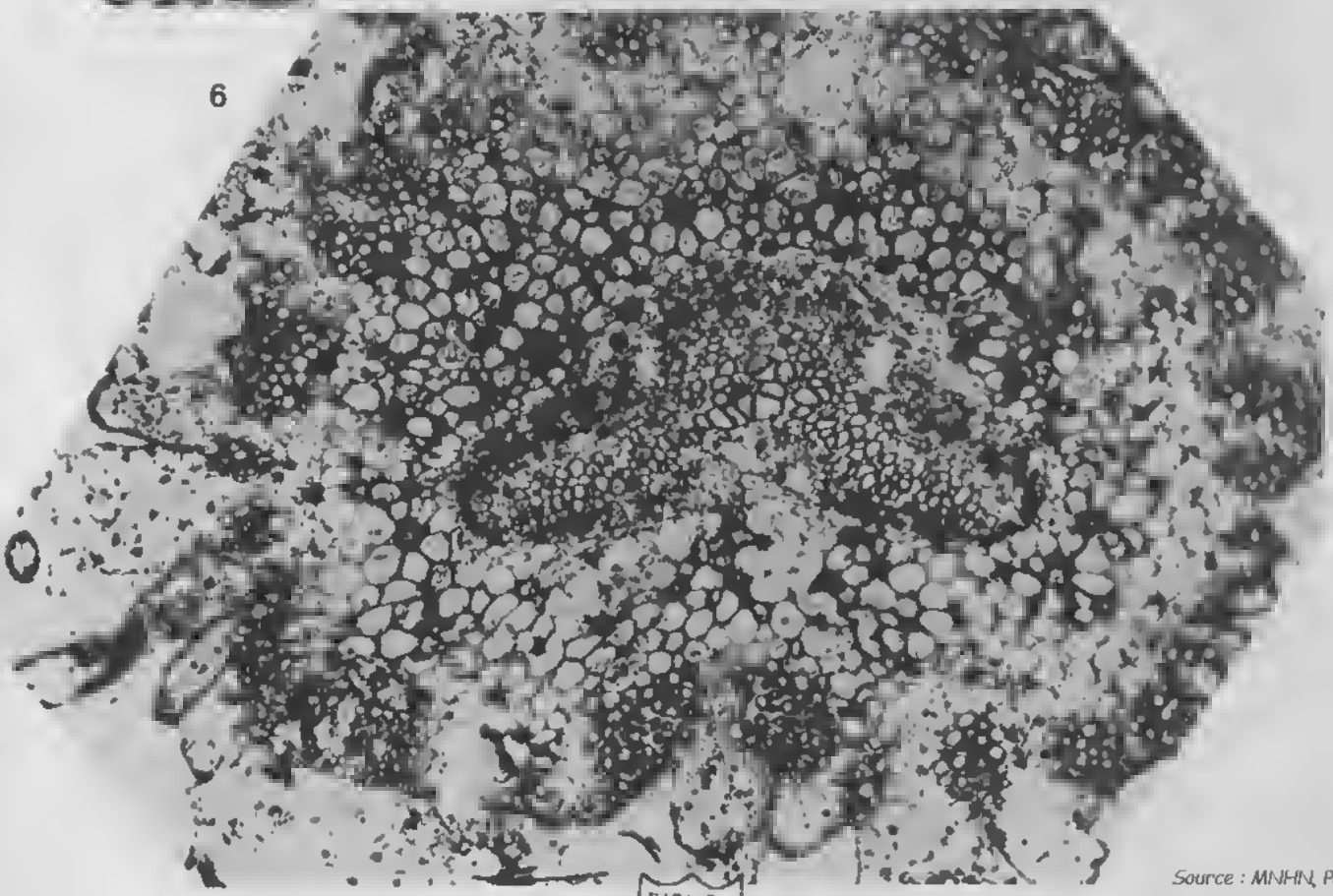
4



5

x15

x10



6

BIBL DU

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 135

Coupes transversales des rachis primaires, secondaires... et dans les pinnules chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Rachis secondaire.
Lame mince n° 1 A 13.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : ?
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 2. – Rachis secondaire.
Lame mince n° 38.
Origine : *Bacup (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 30.

Fig. 3. – Rachis secondaire ou tertiaire.
Lame mince n° 253.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 20.

Fig. 4. – Pinnule.
Lame mince n° 11.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 35.

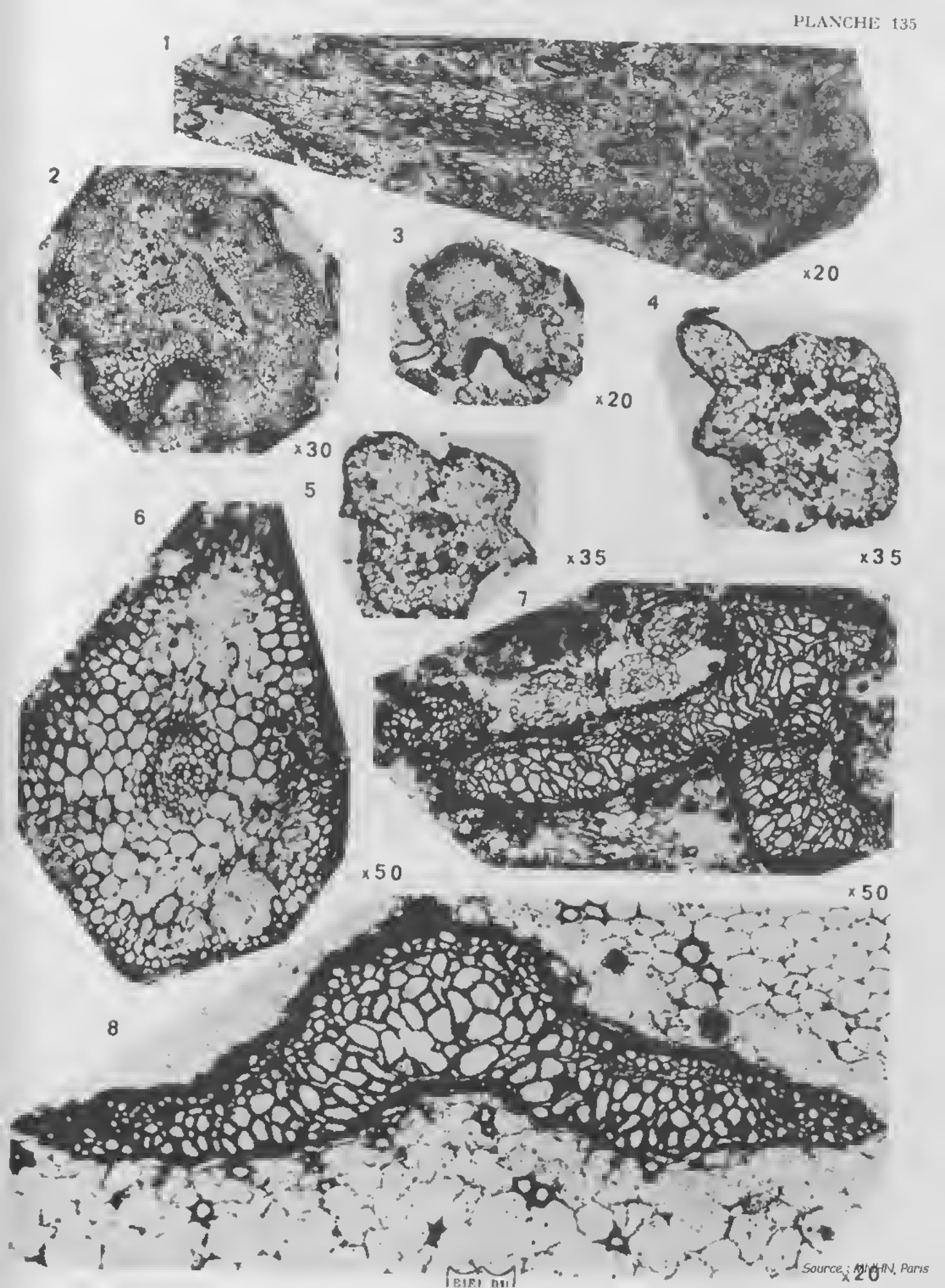
Fig. 5. – Pinnule.
Lame mince n° 60 Lx II.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 35.

Fig. 6. – Pinnule.
Lame mince n° 60 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 7. – Rachis primaire.
Lame mince n° 31 (1781).
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 8. – Rachis secondaire.
Lame mince n° 102 Lx II.
Origine : *Stanley Bridge (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 136

Bois secondaire dans les pétioles de *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° M 25 c.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 20.

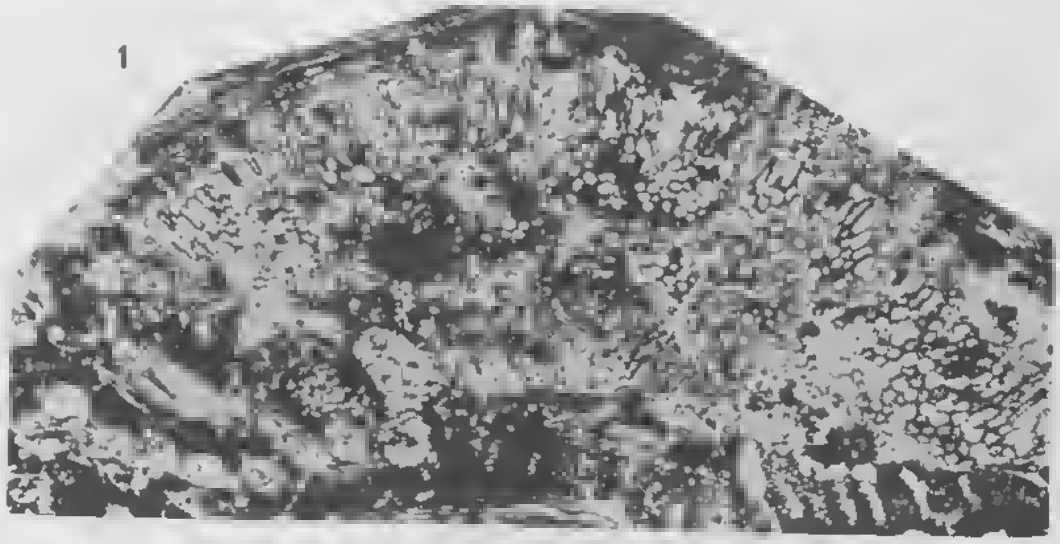
Fig. 2. – Lame mince n° M 25 f.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Lame mince n° M 25 g.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 20.

Fig. 4. – Lame mince n° 17.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 15.

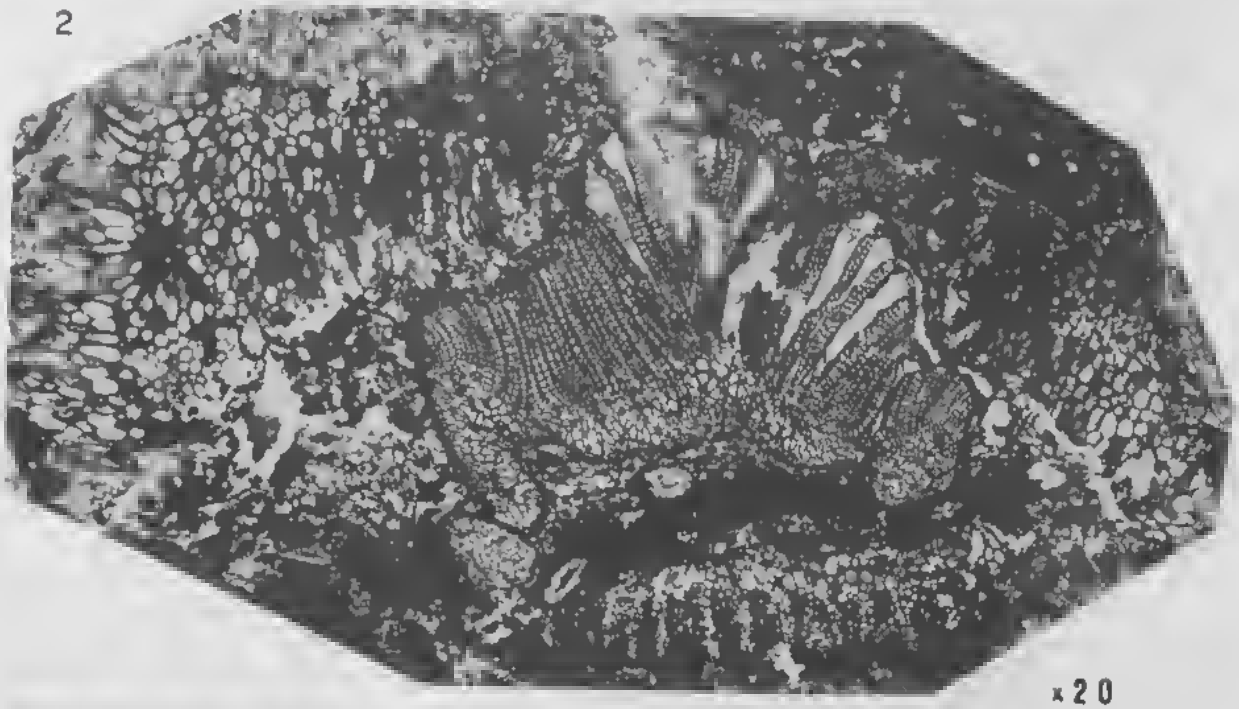
Source : MNHN, Paris

1



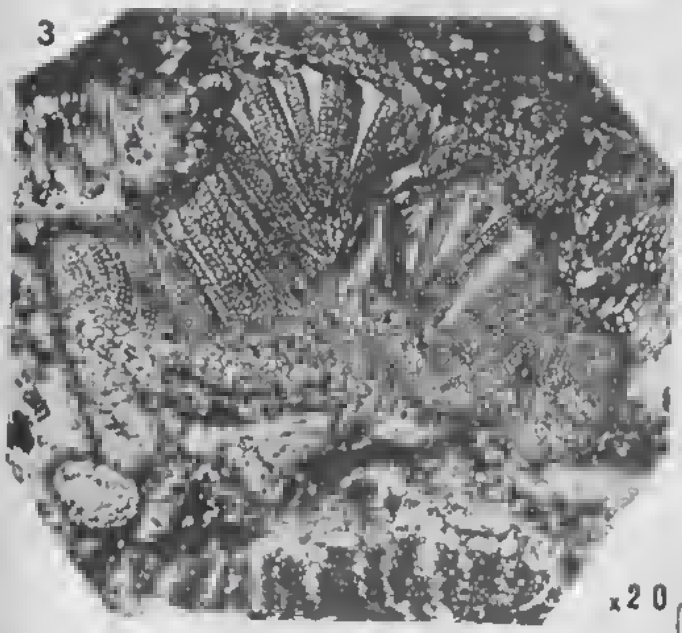
x 2 0

2



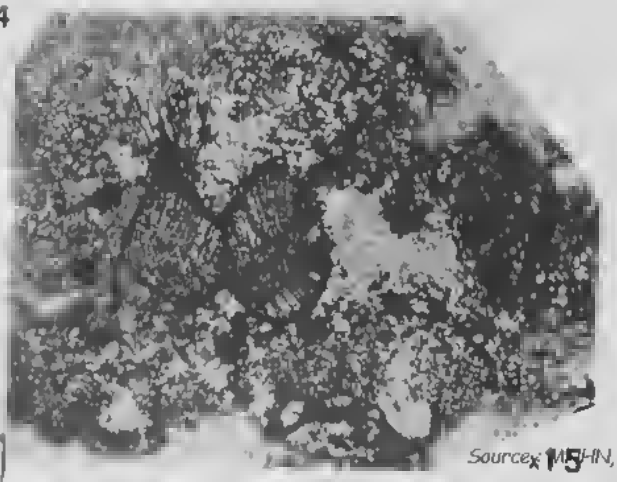
x 2 0

3



x 2 0

4



BIBL DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 137

Coupes longitudinales de fragments de pennes chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 334.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Bruxelles.*
Gr. : = 2.

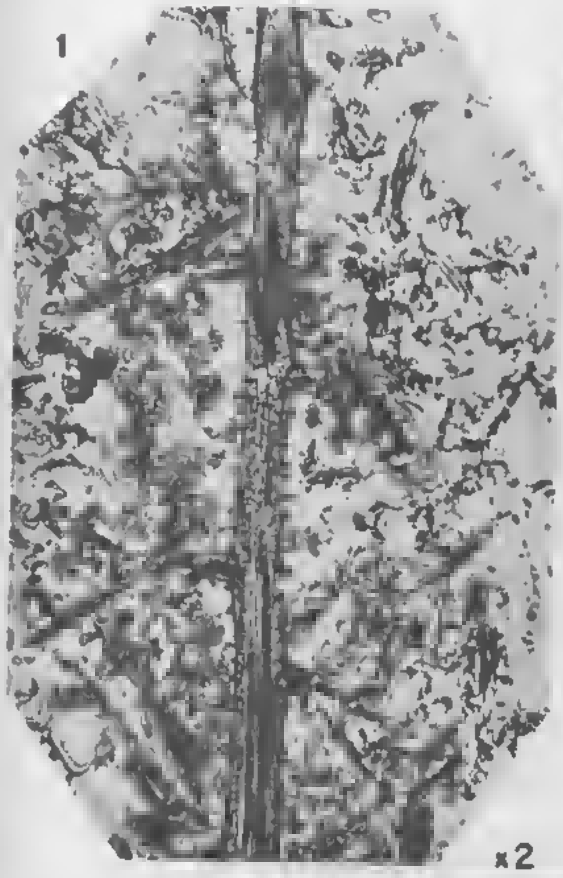
Fig. 2. – Lame mince n° 17.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

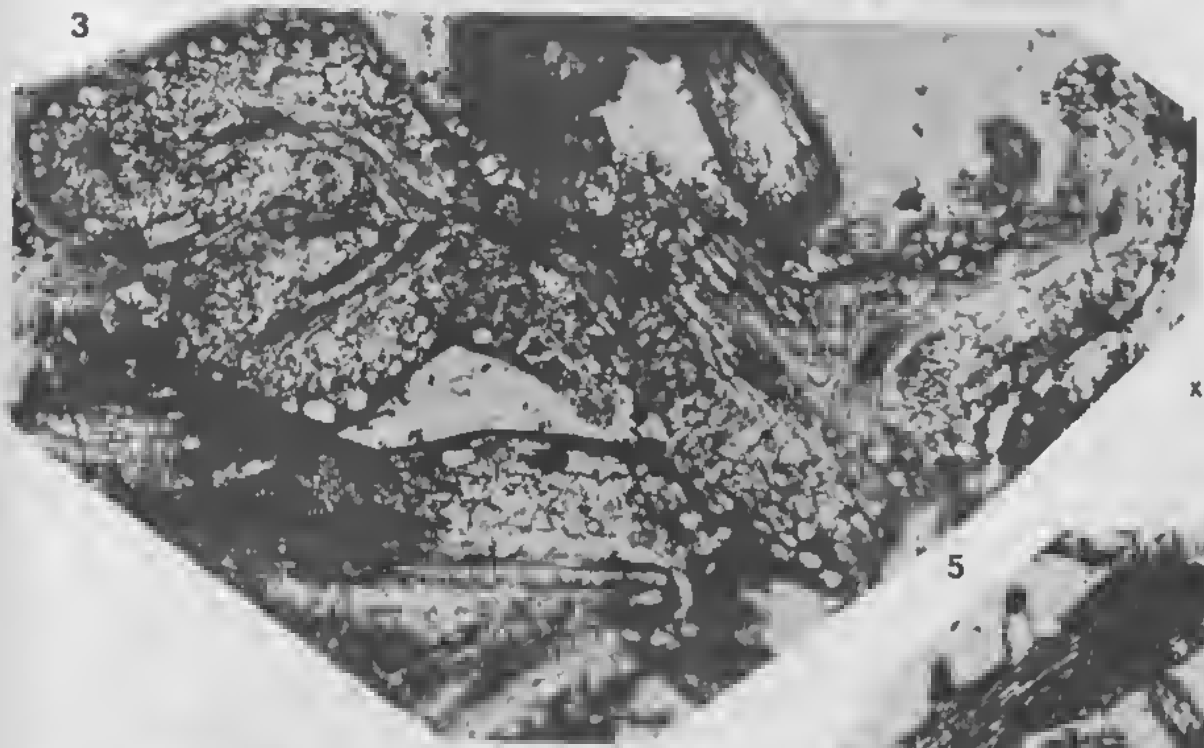
Fig. 3. – Lame mince n° 17.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 4. – Lame mince n° 17.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Fig. 5. – Lame mince n° 17.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

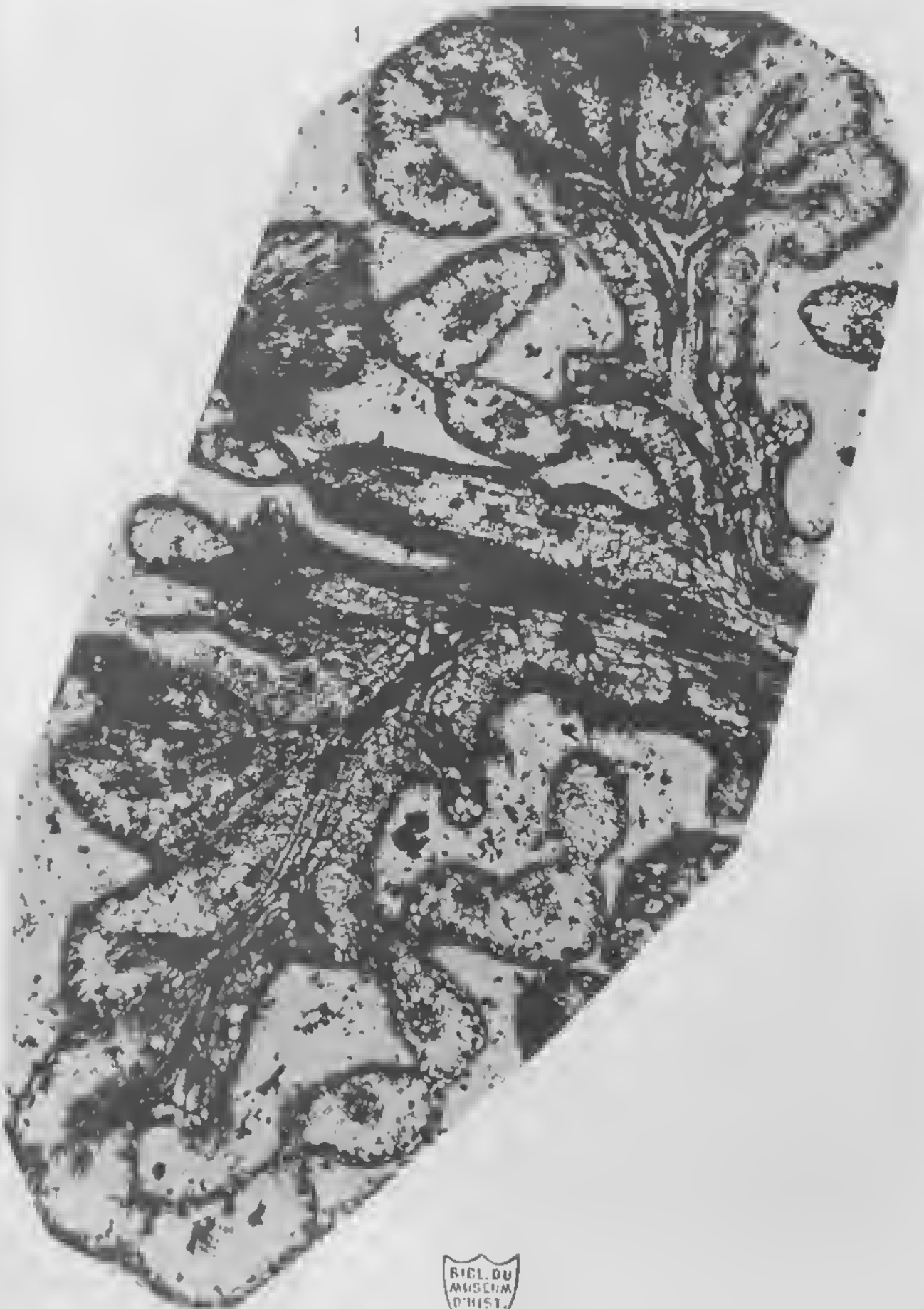
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 138

Coupe longitudinale d'un fragment de penne chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince nº 46.
Origine : *Duiesgate (Lancashire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 139

Coupes longitudinales de pétioles chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

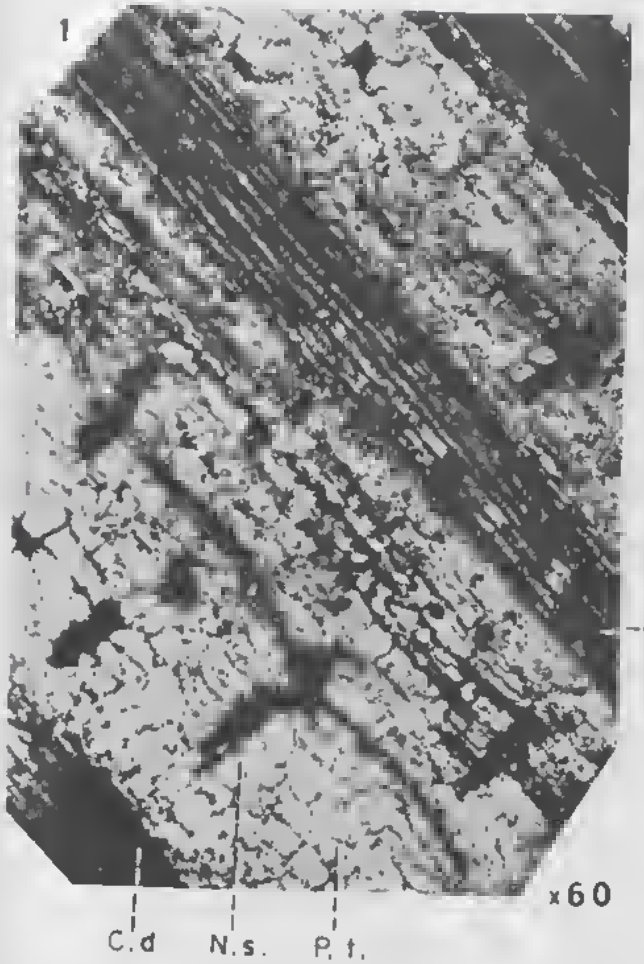
Fig. 1. – Lame mince n° 21.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 60.

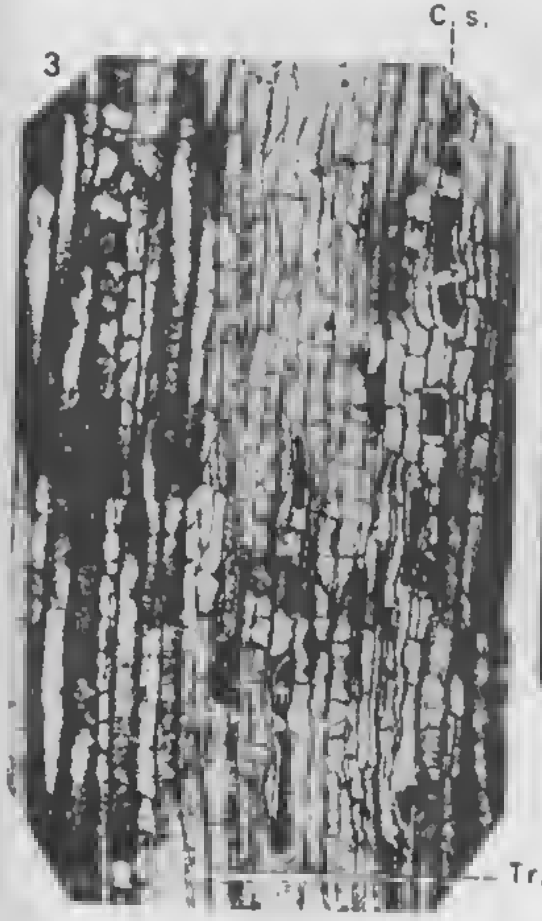
Fig. 2. – Lame mince n° 32.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 100.

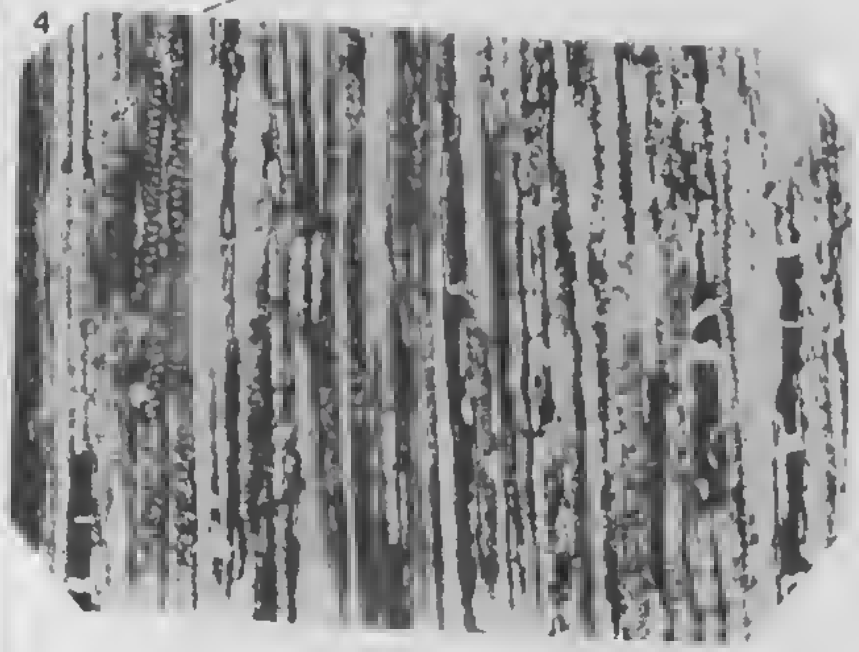
Fig. 3. – Lame mince n° 23 Lx I.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 100.

Fig. 4. – Lame mince n° 54 Lx II.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 100.

Source : MNHN, Paris







BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

x100

PLANCHE 140

Coupes transversales de tiges de *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart (ramifications du type II) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

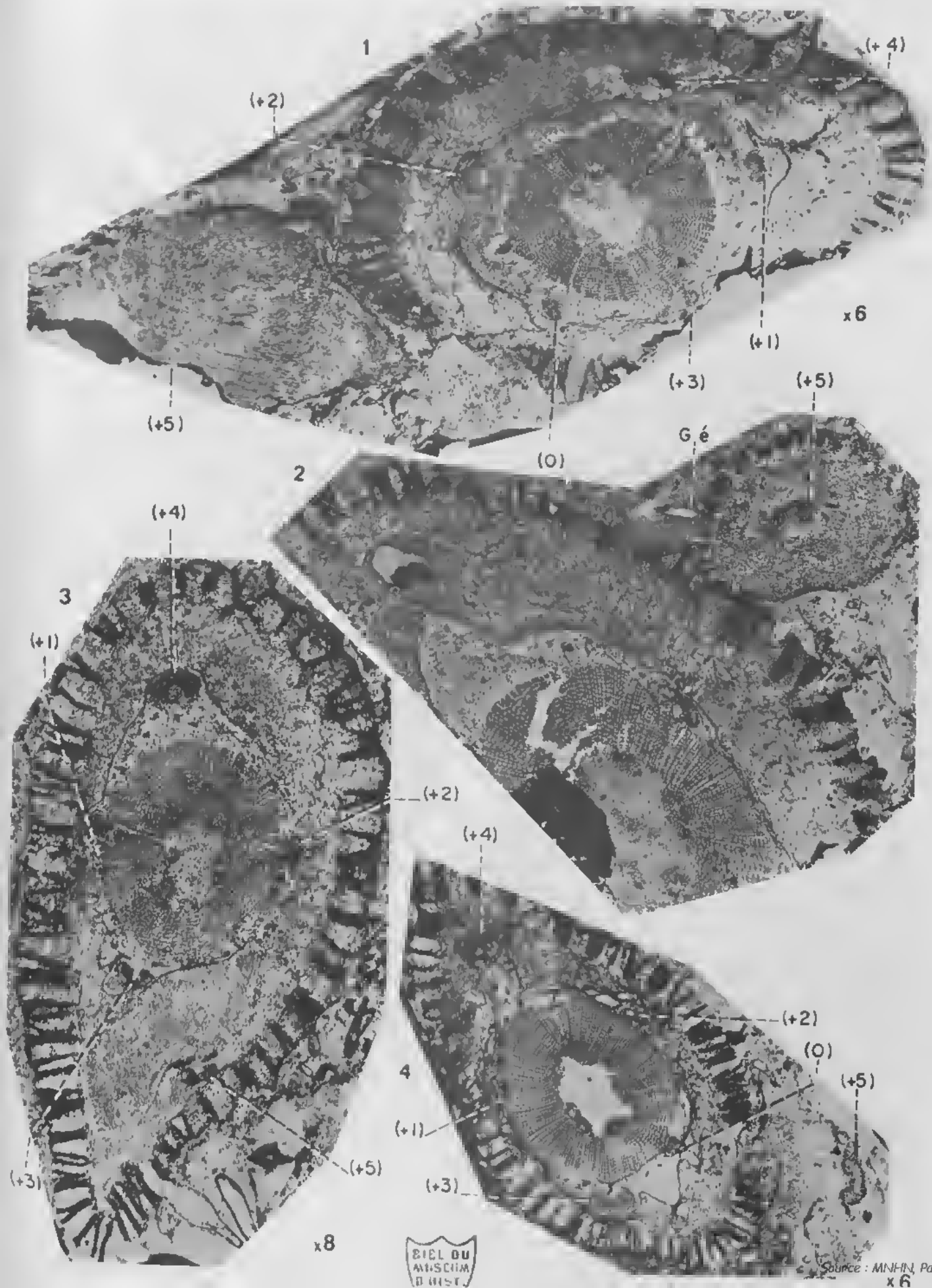
Fig. 1. – Lame mince n° 135 y.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Fig. 2. – Lame mince n° 28 C 295.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Fig. 3. – Lame mince n° 28 C (295).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 8.

Fig. 4. – Lame mince n° 201.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D'HIST

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 141

Coupes transversales de tiges de *Lyginopteris (= Lyginodendron) lacunosum* Kubart (ramifications du type II) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 114 g (137).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

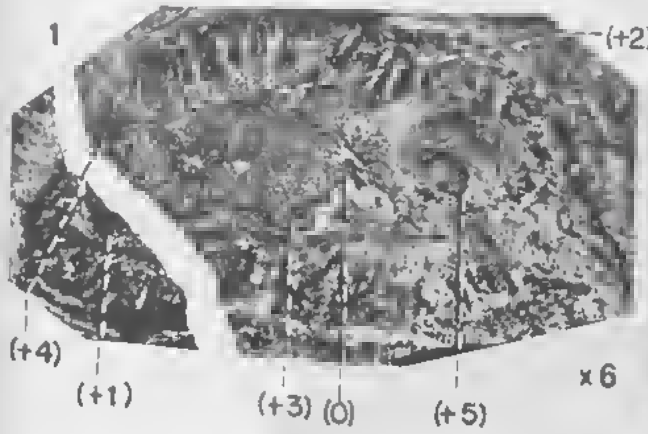
Fig. 2. – Lame mince n° 1735.
Origine : *Halifax (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 6.

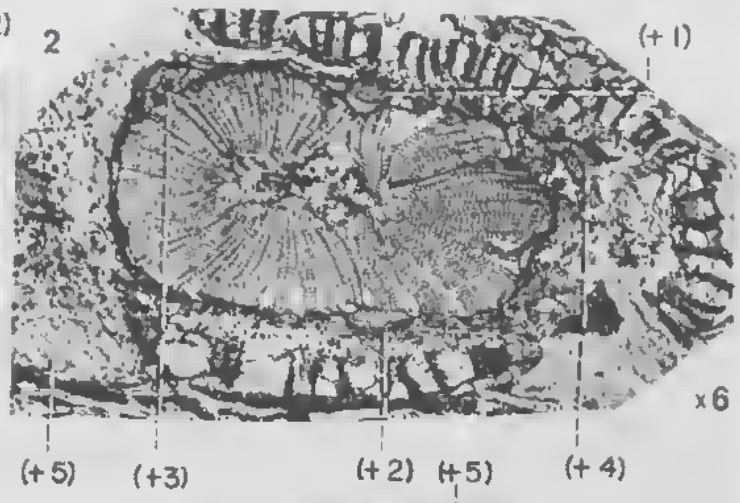
Fig. 3. – Lame mince n° 113 (N 34).
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 17.

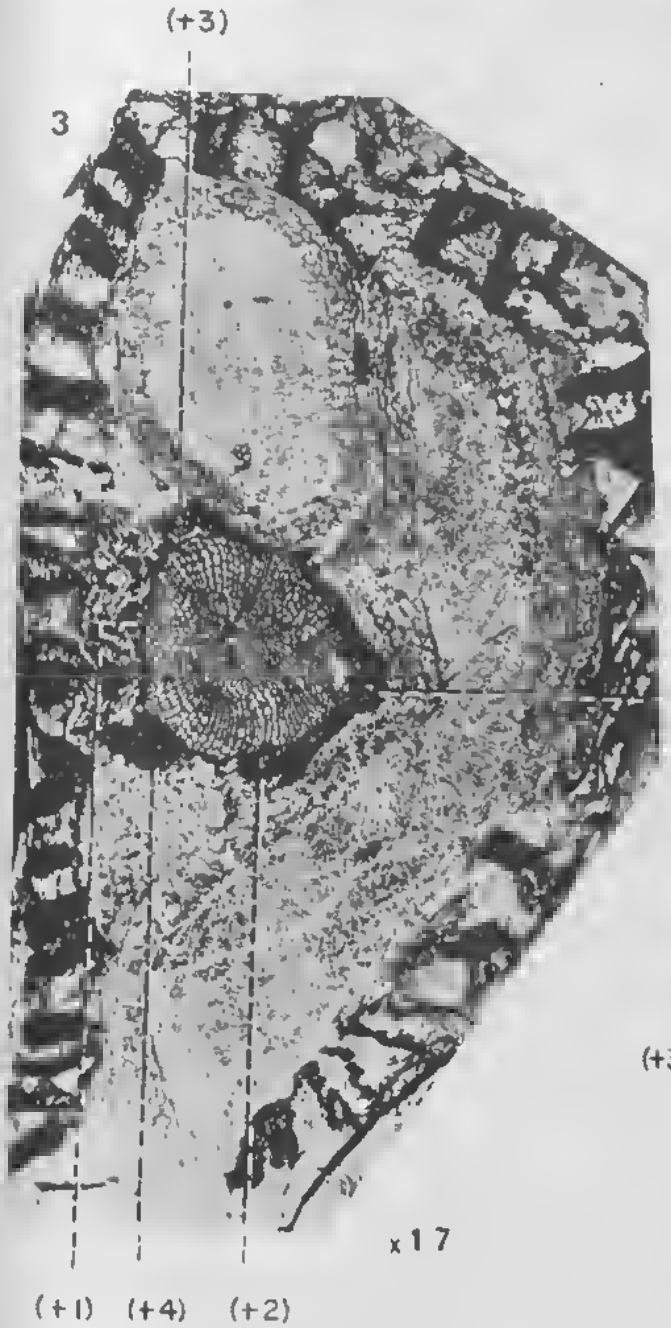
Fig. 4. – Lame mince n° 240.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 14.

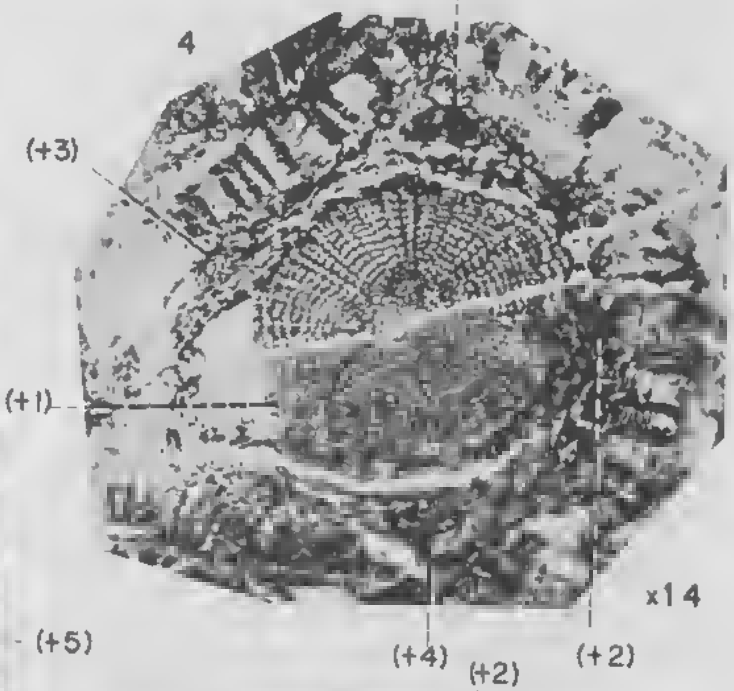
Fig. 5. – Lame mince n° 1997.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 8.

Source : MNHN, Paris









BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

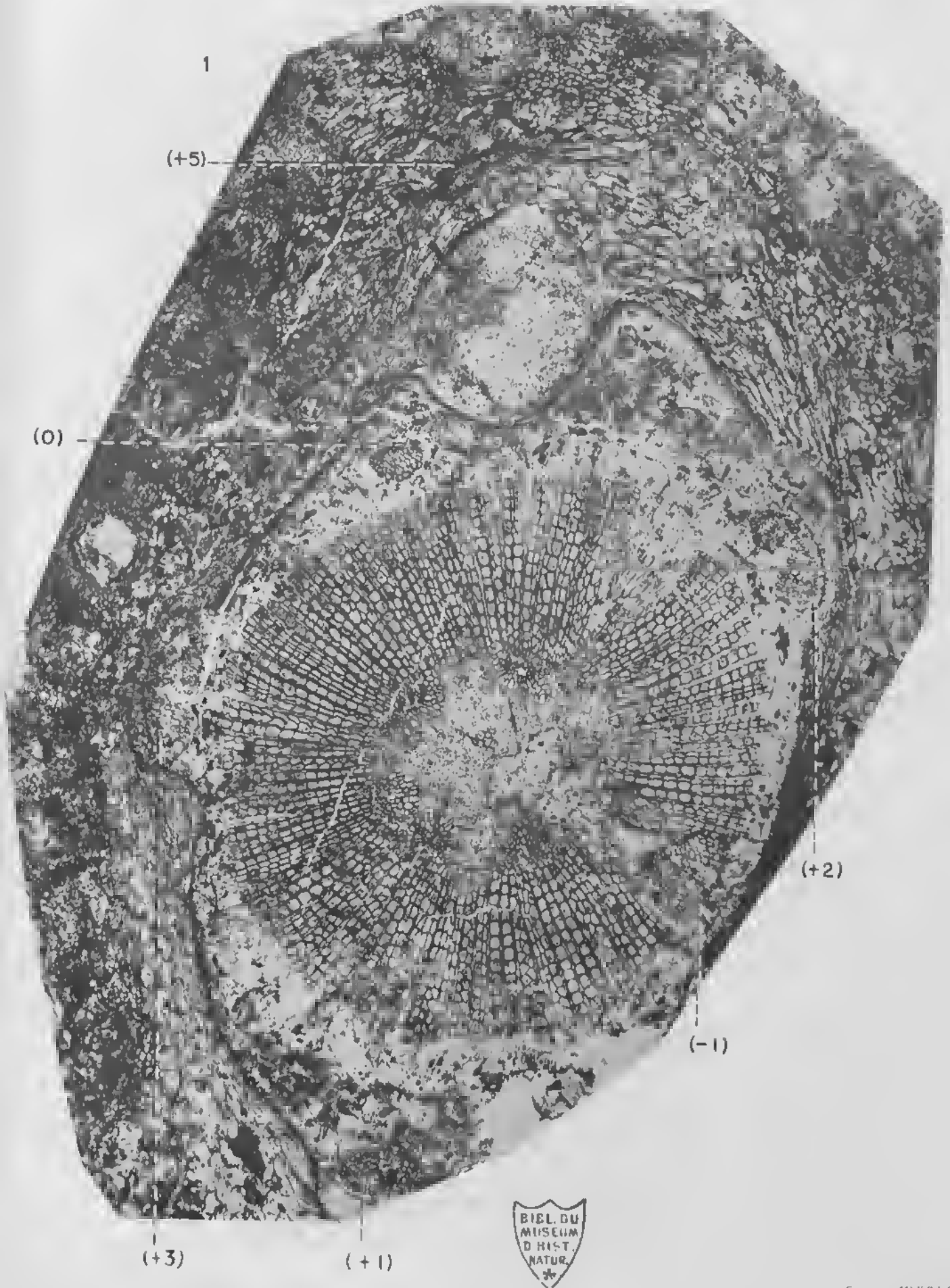
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 142

Coupe transversale d'une tige de *Lyginopteris* (= *Lyginodendron*) *heterangioides* Kubart (ramification du type II) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 3457.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

x 20

PLANCHE 143

Lyginopteris (= Lyginodendron) heterangioides Kubart
(ramification du type II) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

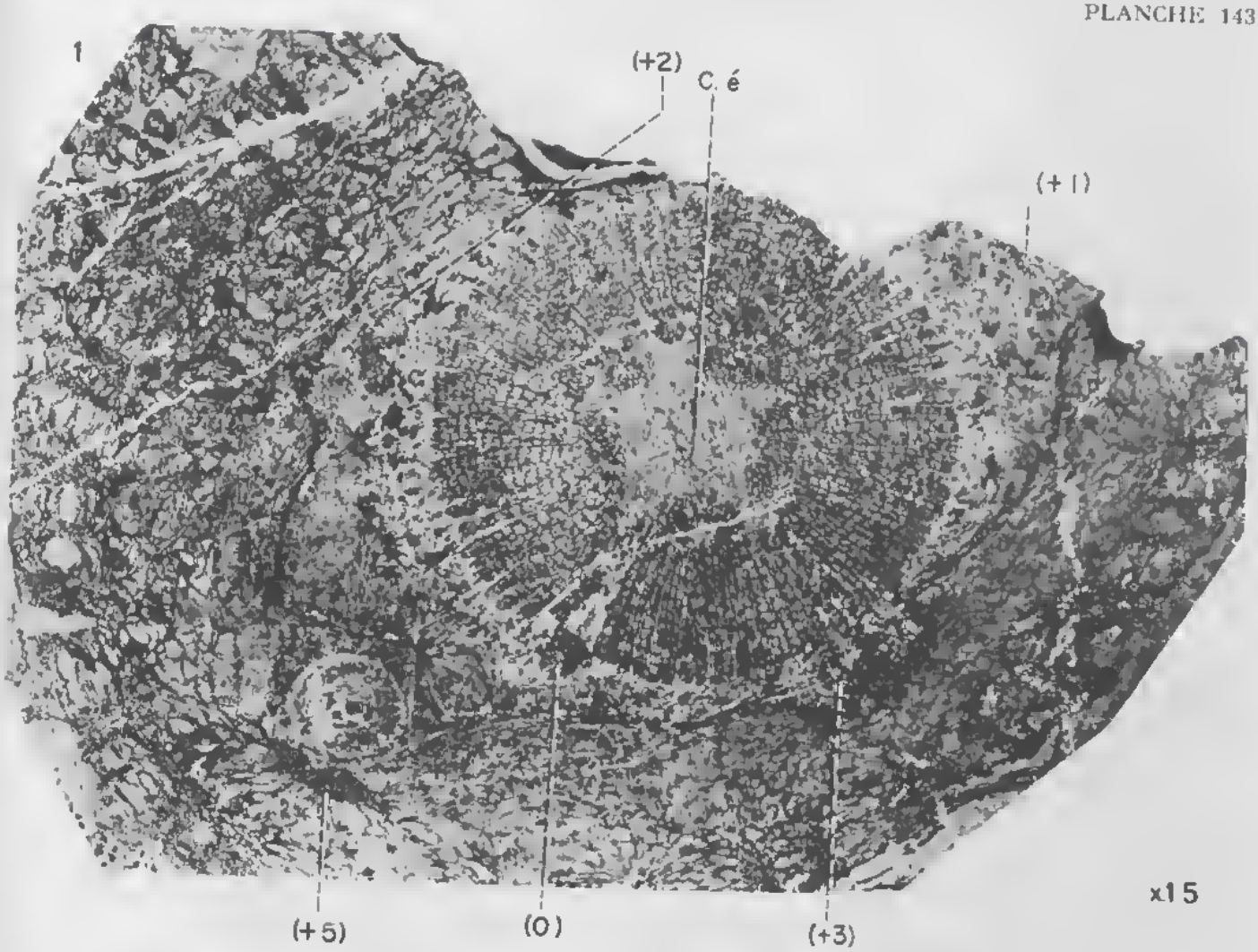
Fig. 1. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° b.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 15.

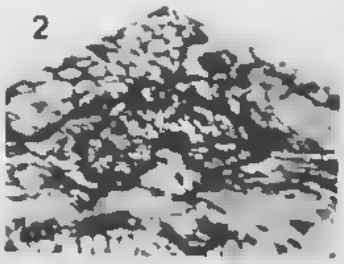
Fig. 2. – Détail du faisceau (+ 5) d'une tige.
Lame mince n° 90 T (183).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 30.

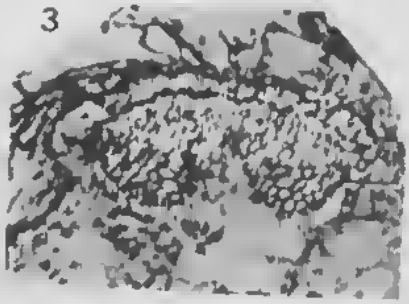
Fig. 3. – Détail du faisceau (+ 2) d'une tige.
Lame mince n° 90 T (183).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 30.

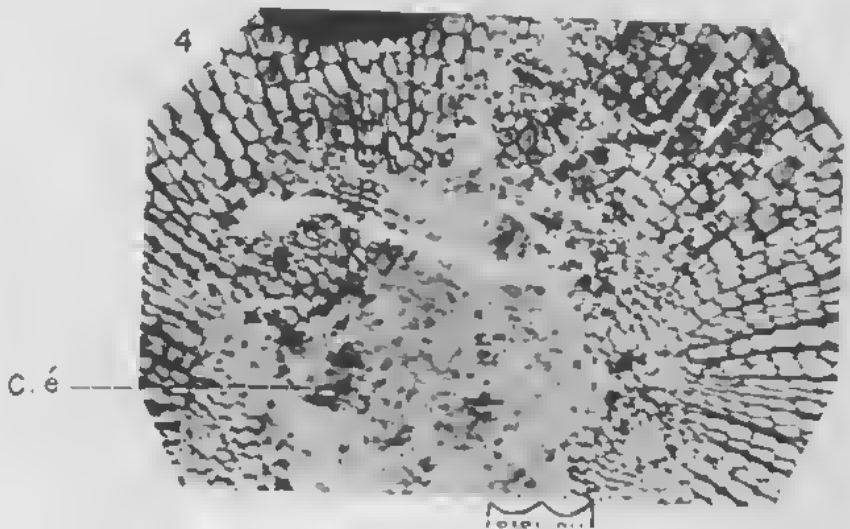
Fig. 4. – Détail de la région médullaire d'une tige.
Lame mince n° 90 T (183).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 30.

Source : MNHN, Paris









Source : MNHN, Paris

PLANCHE 144

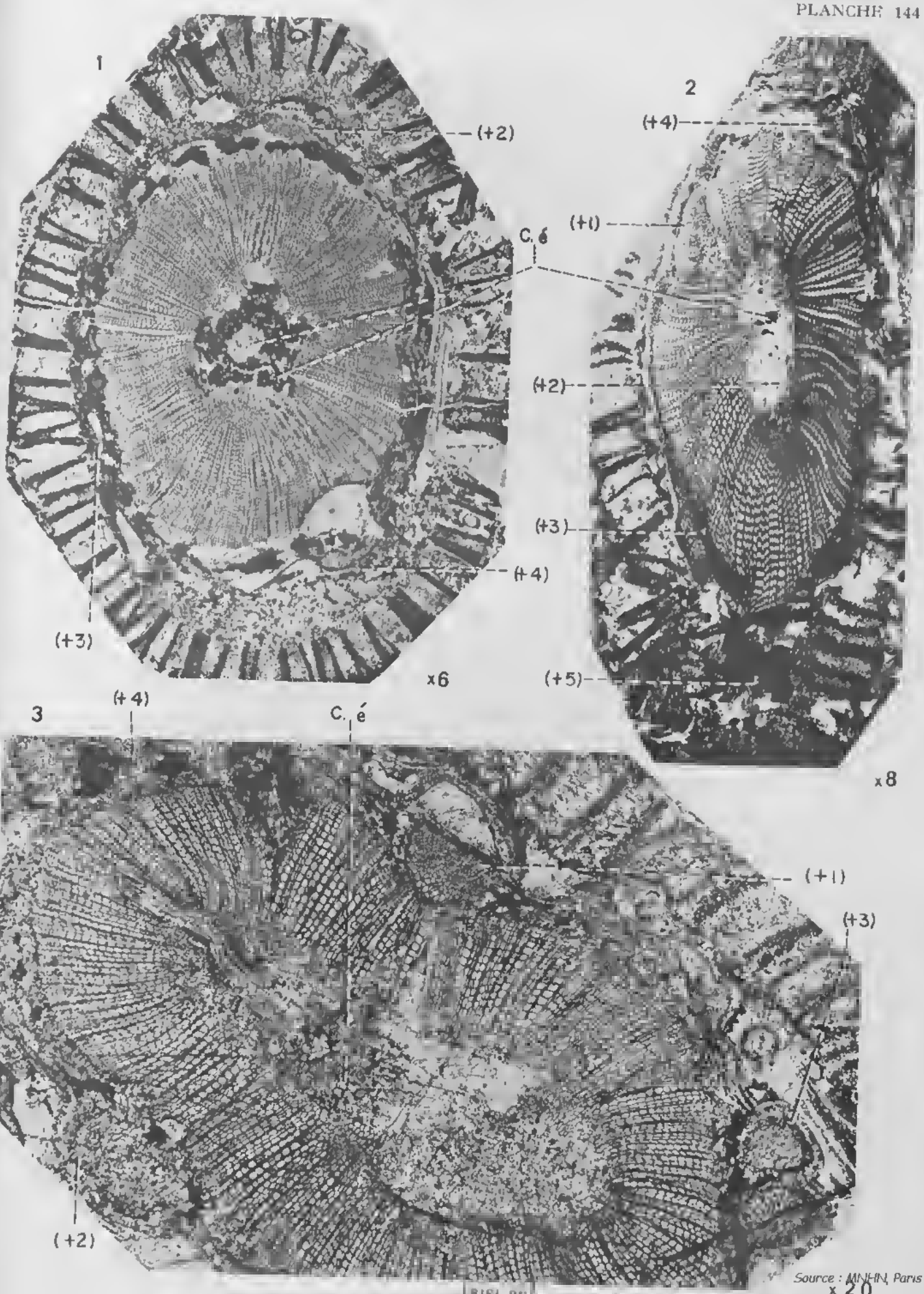
Différents aspects de la sclérification médullaire chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Lame mince n° 185 A^{436}.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Fig. 2. – Lame mince n° 71 Lx 11.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 8.

Fig. 3. – Lame mince n° K^1 (sans n°).
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 145

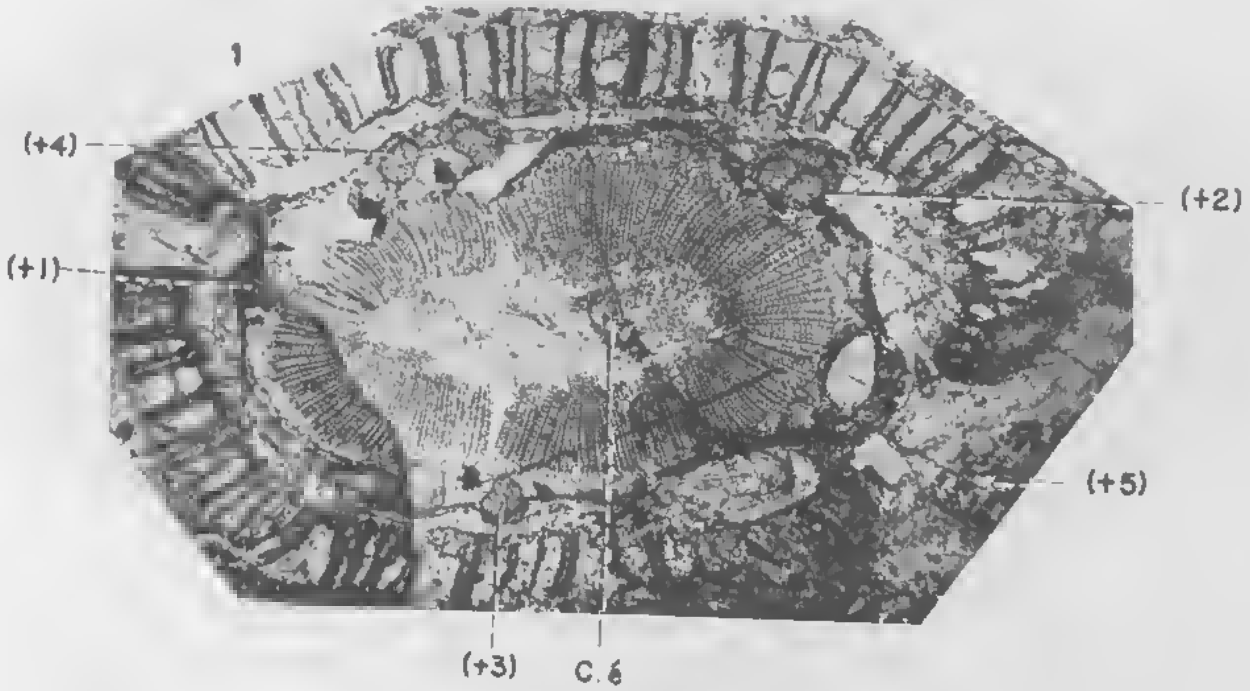
Un aspect de la sclérification médullaire chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié. Coupe transversale d'une tige de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart (ramification du type I) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Sclérification médullaire.
Lame mince n° K^3.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Institut Géologique de Krefeld.*
Gr. : = 6.

Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum Kubart.

Fig. 2. – Lame mince n° 2 R (37).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaks/löz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

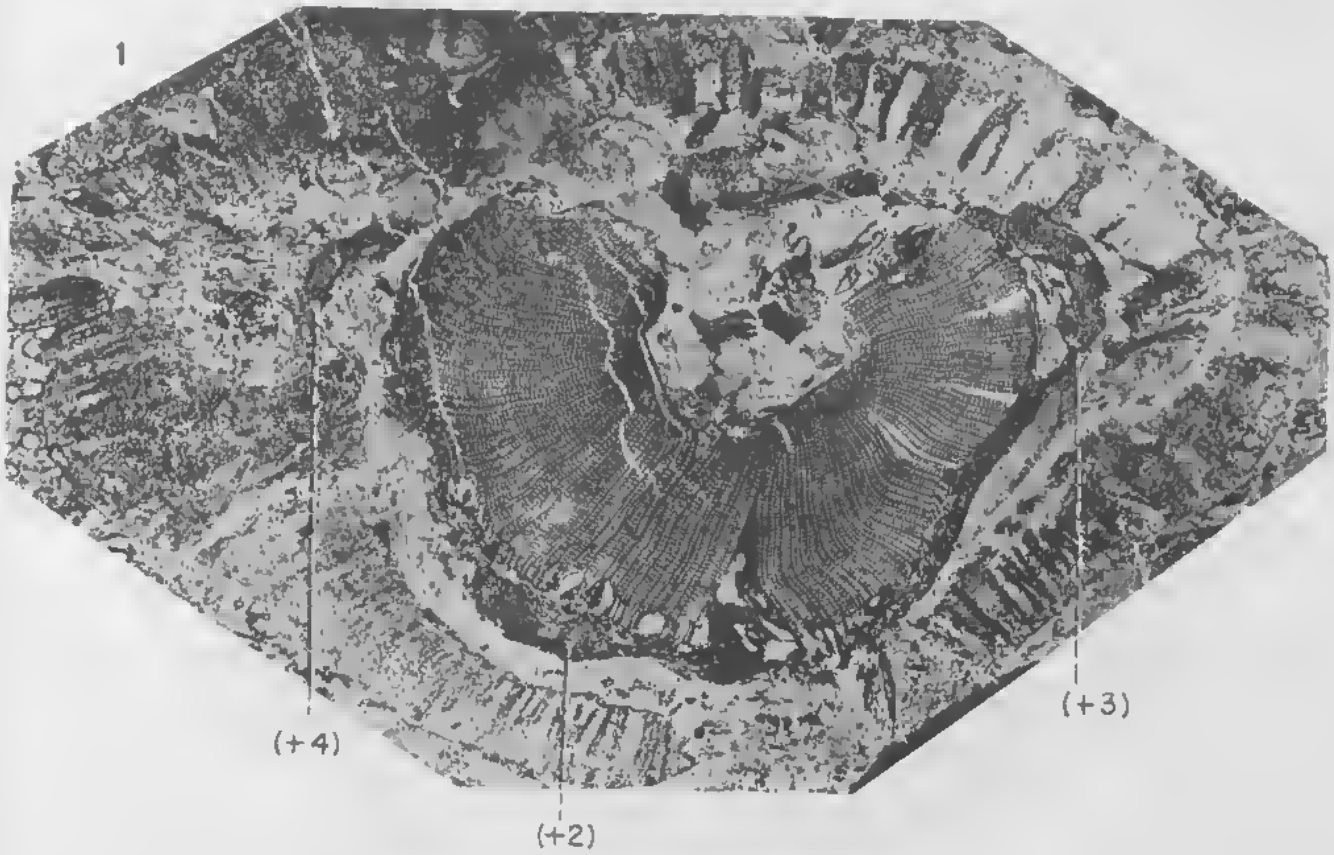
PLANCHE 146

Coupes transversales sériées d'une tige de *Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum* Kubart (ramification du type 1) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié *(suite)*.

Fig. 1. – Lame mince n° 20 (4).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Fig. 2. – Lame mince n° 2 k 155.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

x 6

PLANCHE 147

Coupes transversales sériées d'une tige de *Lyginopteris* (= *Lyginodendron*) *austriacum* Kubart (ramification du type I) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié *(suite)*.

Fig. 1. – Lame mince n° 53 v (306).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Fig. 2. – Lame mince n° 9.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 148

Lyginopteris (= Lyginodendron) austriacum Kubart
(ramification du type 1) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.

Fig. 1. – Coupe transversale du faisceau (+ 4) de la tige figurée pl. 44, fig. F.
Lame mince n° 2 M (2).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 25.

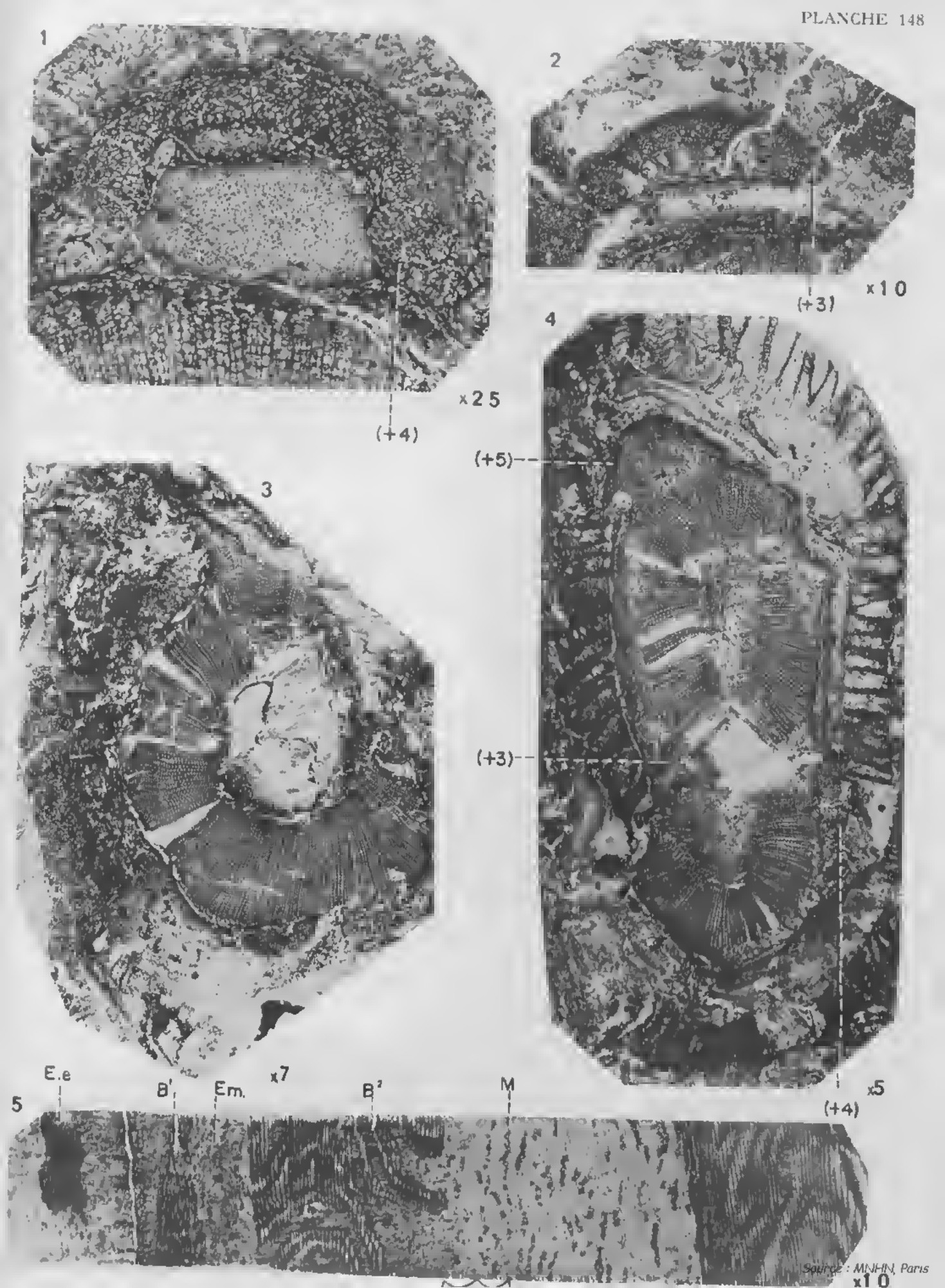
Fig. 2. – Coupe transversale du faisceau (+ 4) de la tige figurée pl. 44, fig. E.
Lame mince n° 2 N (3).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

Fig. 3. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° 75 M (98).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 7.

Fig. 4. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° 135 y (328).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 5.

Fig. 5. – Coupe longitudinale d'une tige.
Lame mince n° G.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

PLANCHE 149

Coupes transversales des pétioles de *Lyginopteris* (= *Lyginodendron*) *austriacum* Kubart (ramification du type I) chez *Lyginopteris oldhamia* (Binney) Potonié.
Coupe transversale sériée de *Lyginopteris corsini* nov. sp.

Fig. 1. – Lame mince n° 1729 R1.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Lame mince n° 63.
Origine : *Oldham (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 20.

Fig. 3. – Lame mince n° N 13.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coasfklöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 25.

Fig. 4. – Lame mince n° 124 F (299).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

Fig. 5. – Lame mince n° 124 w (349).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

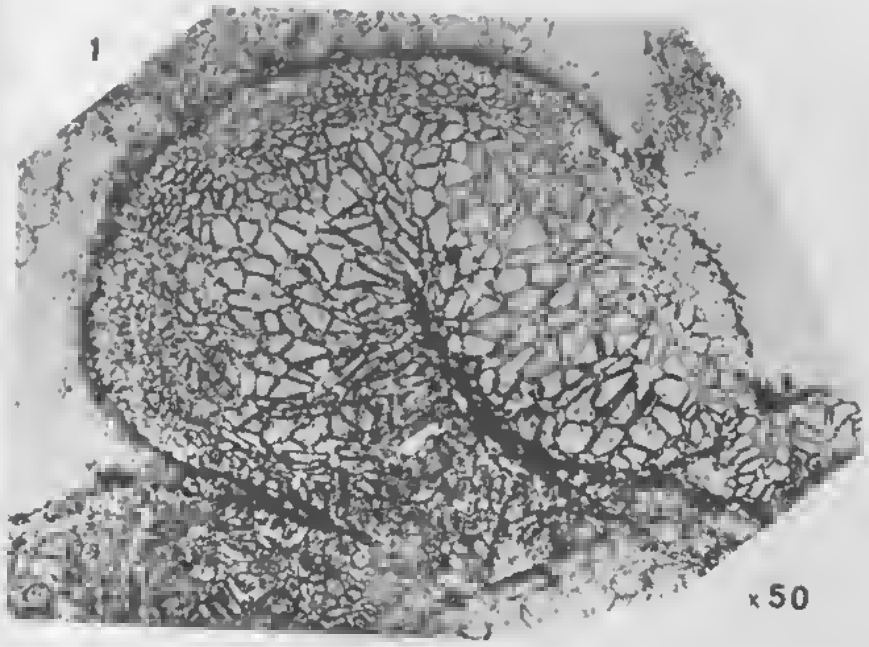
Fig. 6. – Lame mince n° 107 S (181).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

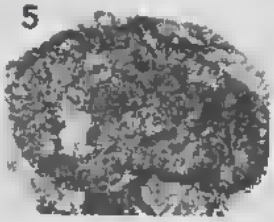
Fig. 7. – Lame mince n° 107 S (181).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 6.

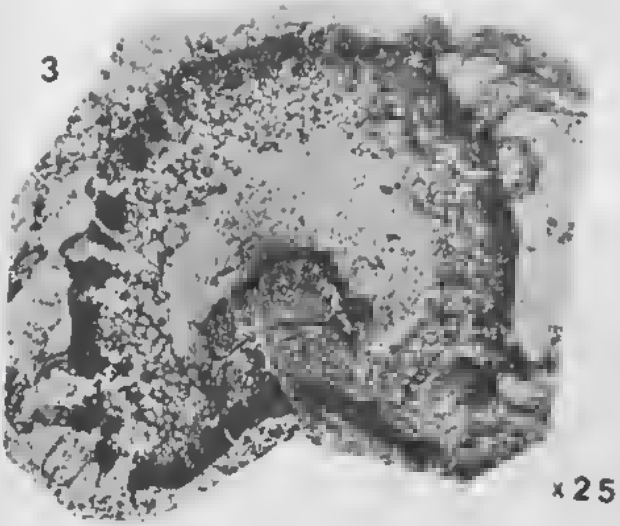
Lyginopteris corsini nov. sp.

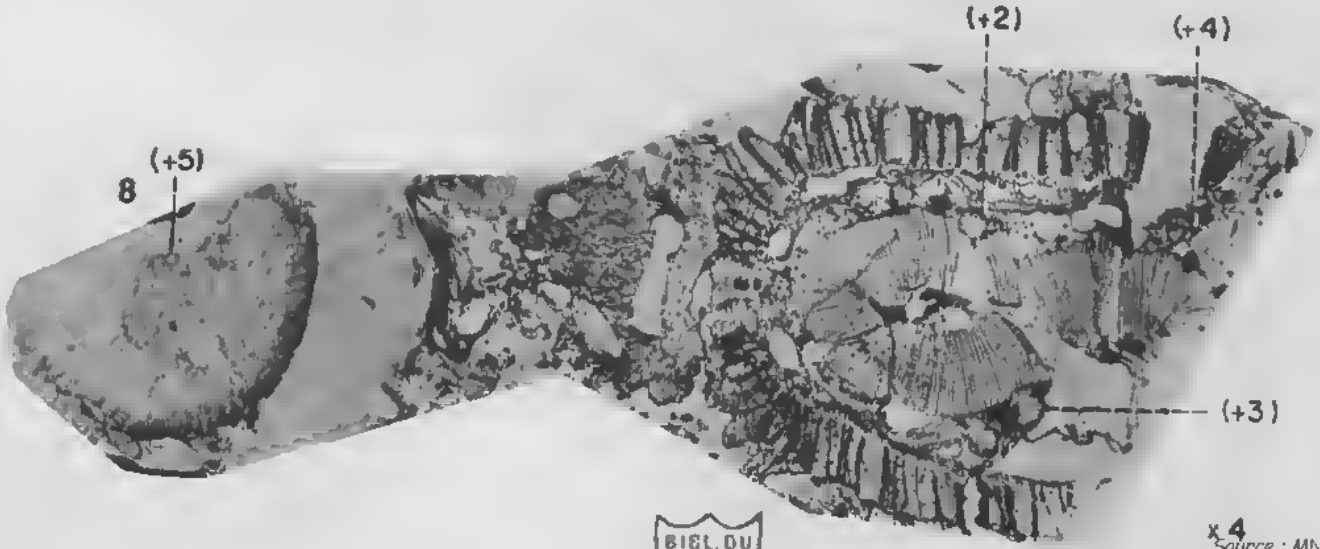
Fig. 8. – Lame mince n° 46.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris









BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 150

Coupes transversales sérlées des tiges de *Lyginopteris corsini* nov. sp.
Coupes transversales de pétioles isolés de *Lyginopteris corsini* nov. sp.

Fig. 1. – Tige.
Lame mince n° 44.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 2. – Tige.
Lame mince n° 43.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharino.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Tige.
Lame mince n° 41.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 4. – Pétiole.
Lame mince n° 77 A.
Origine : *Langendreer (Ruhr).*
Niveau : ?
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 8.

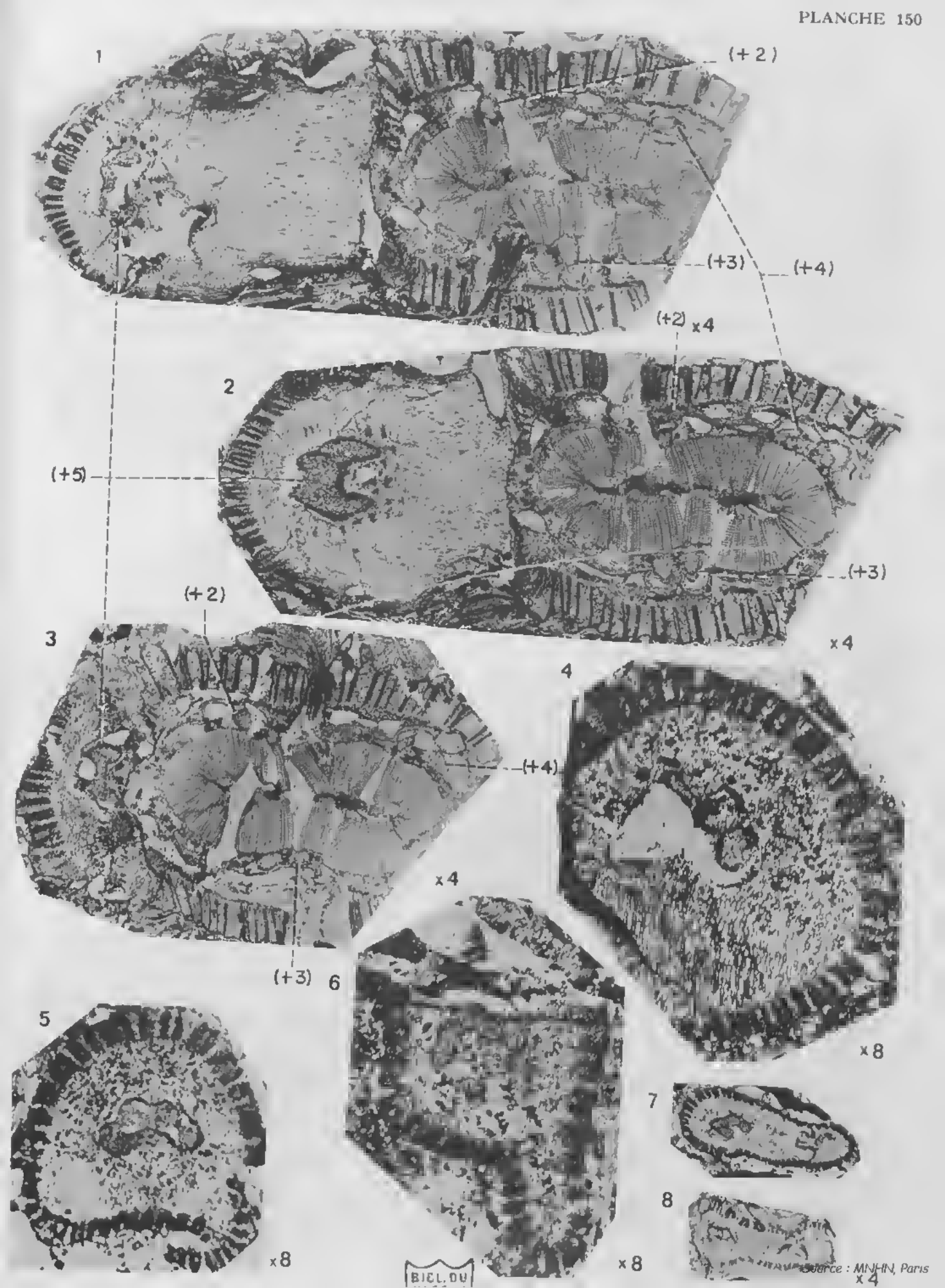
Fig. 5. – Pétiole.
Lame mince n° 79.
Origine : *Longendreer (Ruhr).*
Niveau : ?
Collection : *Université de Tübingen.*
Gr. : = 8.

Fig. 6. – Pétiole.
Lame mince n° 19.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Kotharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 8.

Fig. 7. – Pétiole.
Lame mince n° 46.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 8. – Pétiole.
Lame mince n° 41.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Kotharina.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU
Source : MNHN, Paris

PLANCHE 151

Coupes transversales isolées de pétioles de *Lyginopteris corsini* nov. sp.

Fig. 1. – Lame mince n° 22.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 10.

Fig. 2. – Lame mince n° 105 K.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 14.

Fig. 3. – Lame mince n° 48.
Origine : *Lancashire.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Reims.*
Gr. : = 10.

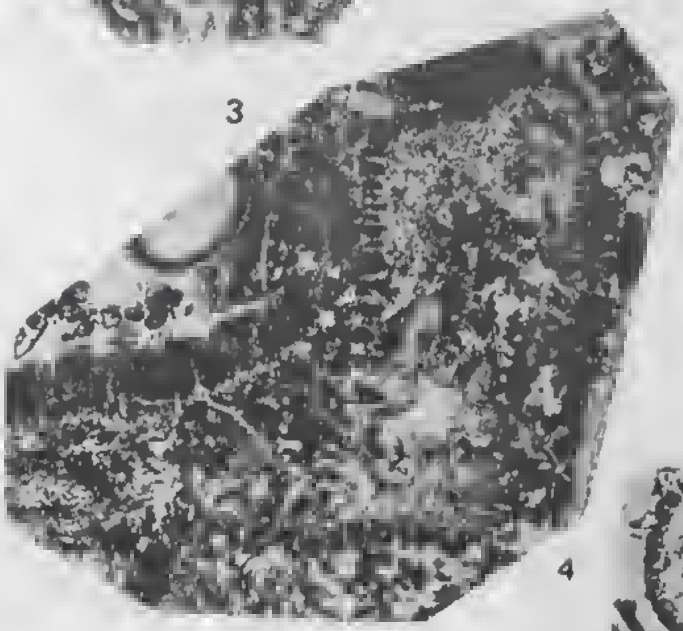
Fig. 4. – Lame mince n° B.E.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Katharina.*
Collection : *École des Mines de Bochum.*
Gr. : = 10.

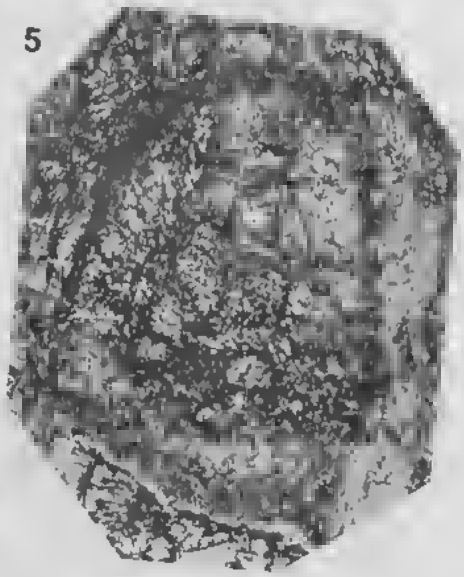
Fig. 5. – Lame mince n° 54.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

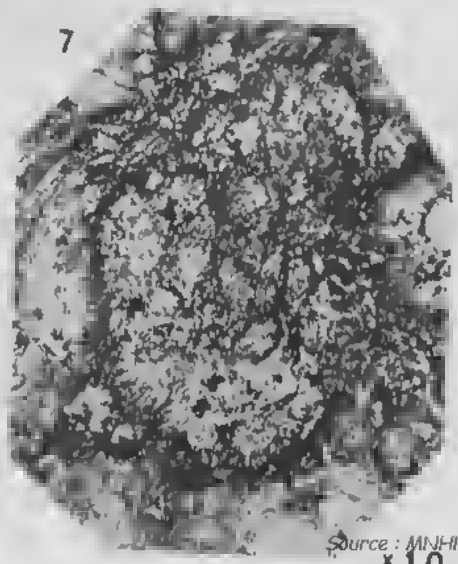
Fig. 6. – Lame mince n° 91 a.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

Fig. 7. – Lame mince n° 54 a.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

Source : MNHN, Paris







BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 152

Lyginopteris kubarti nov. sp.

Fig. 1. – Base du rachis principal.
Lame mince n° 18561 T4.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Fig. 2. – Région moyenne du rachis principal.
Lame mince n° 1856 J T 4.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 10.

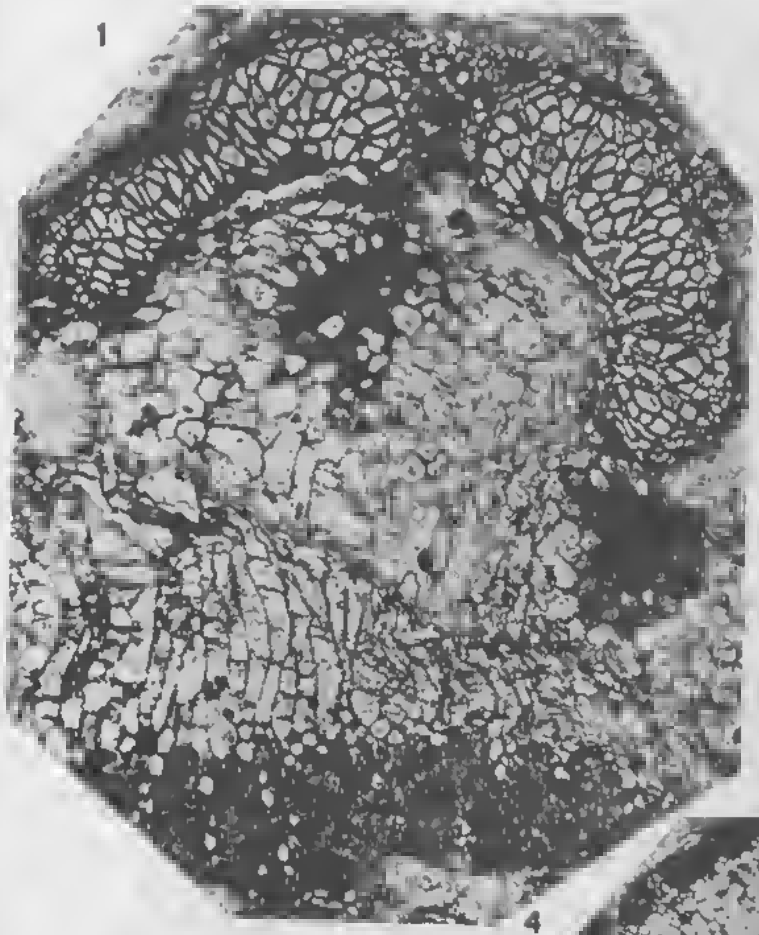
Fig. 3. – Région supérieure du rachis principal.
Lame mince n° 243.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 5.

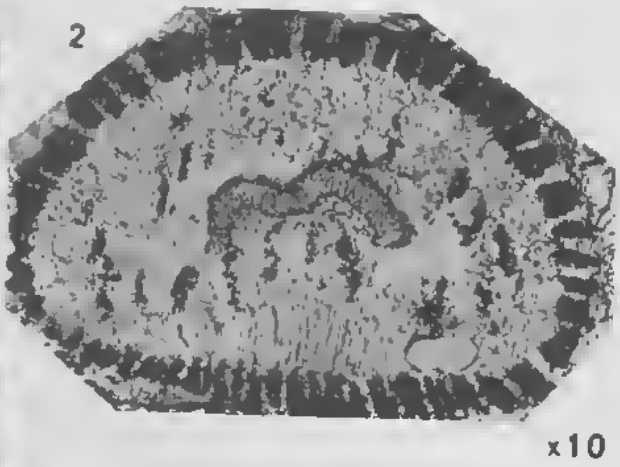
Fig. 4. – Région basale du rachis principal.
Lame mince n° 1858 III 65.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

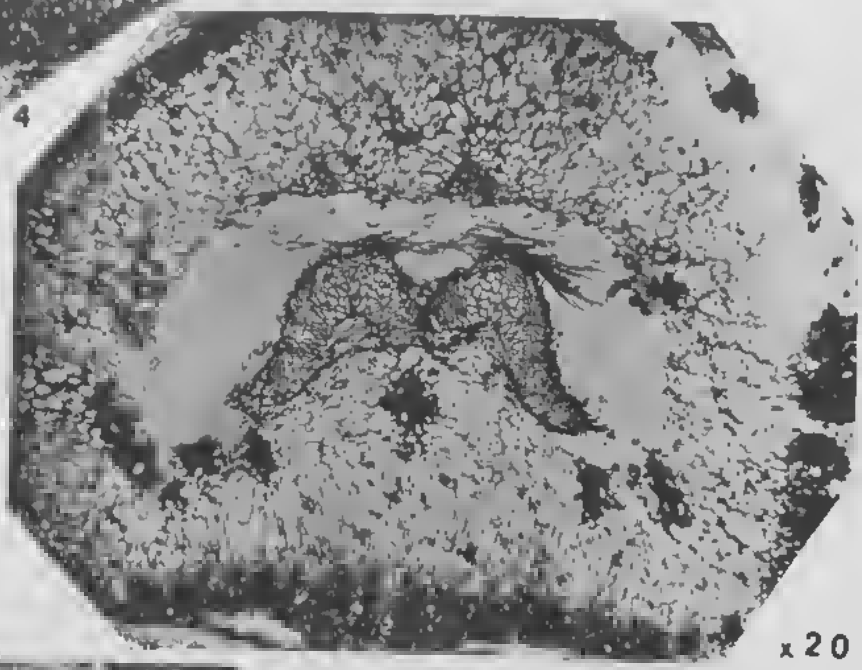
Fig. 5. – Détail du faisceau inclus dans le pétiole figuré pl. 152, fig. 4.
Lame mince n° 1858 III 65.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

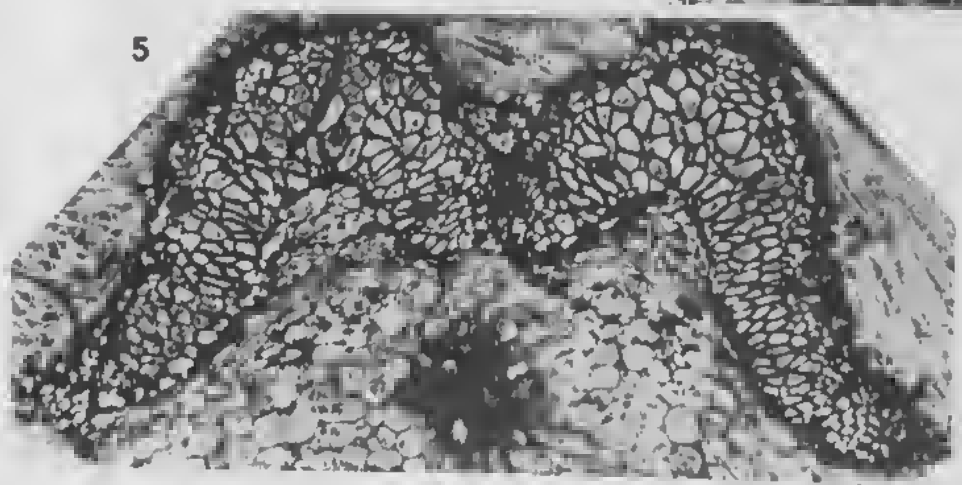
Fig. 6. – Rachis primaire.
Lame mince n° 62.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Cunegonde.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 10.

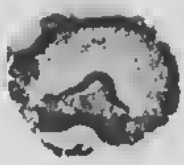
Source : MNHN, Paris











Source : MNHN, Paris

PLANCHE 153

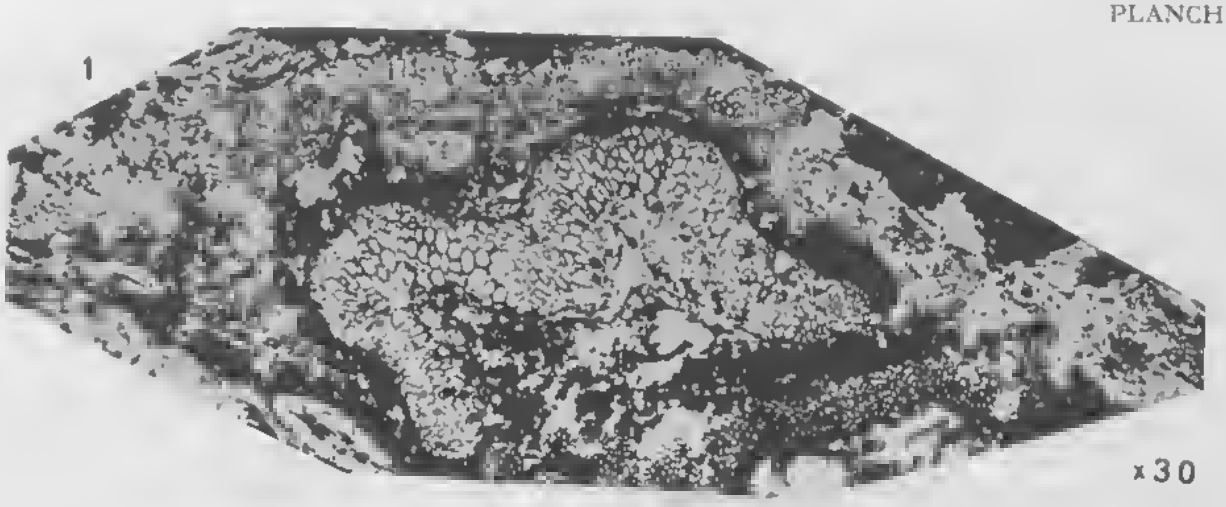
Lyginopteris kubarti nov. sp.

Fig. 1. – Coupe transversale de la région moyenne du rachis principal.
Lame mince n° 199.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (British Museum).*
Gr. : = 30.

Fig. 2. – Détail du faisceau inclus dans la région moyenne du rachis principal.
Lame mince n° 1856 I T 4.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

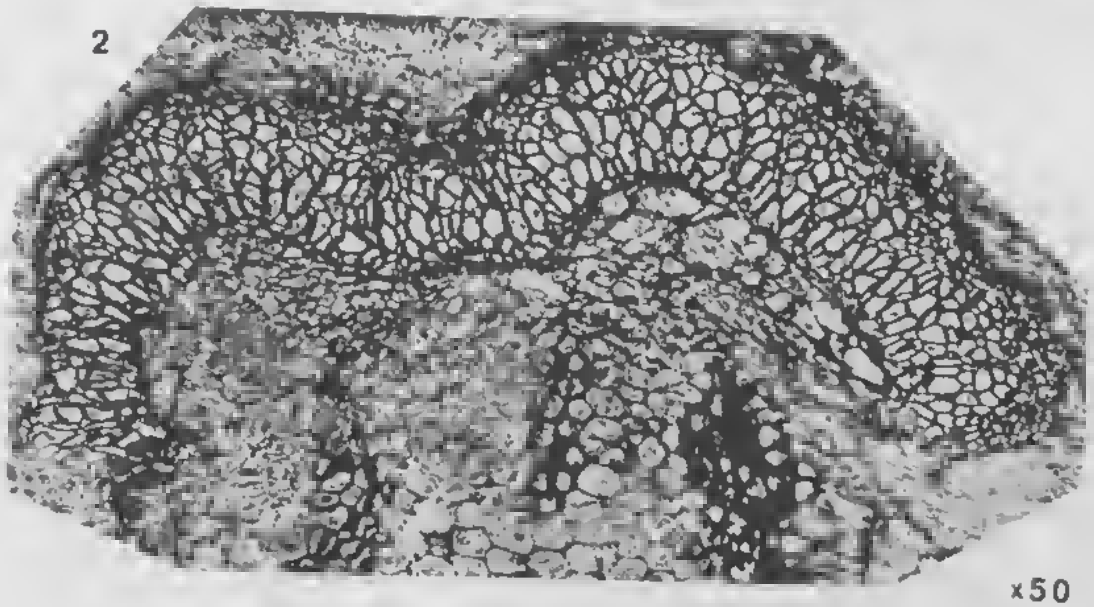
Fig. 3. – Coupe transversale de la région supérieure du rachis principal.
Lame mince n° 1858 II T 5.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie).*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



1

×30



2

×50

3

×20

BIBL DU

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 154

Lyginopteris kubarti nov. sp. *Lyginorachis taitiana* Kidston.

FIG. 1. – Rachis primaire de *L. kubarti*.
Lame mince n° 1730.
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Glasgow*.
Gr. : = 20.

FIG. 2. – Rachis primaire de *L. kubarti*.
Lame mince n° 1856.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie)*.
Niveau : *Coaksflöz*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 20.

FIG. 3. – Rachis primaire de *L. kubarti*.
Lame mince n° 2657.
Origine : *Halifax (Yorkshire)*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Université de Glasgow*.
Gr. : = 10.

FIG. 4. – *Lyginorachis taitiana* Kidston.
Peel section provenant des coupes sériées figurées par M.G. CALDER p. 550.
Gr. : = 8.

FIG. 5. – Rachis primaire de *L. kubarti*.
Lame mince n° 1856 It³.
Origine : *Ostrau (Haute-Silésie)*.
Niveau : *Coaksflöz*.
Collection : *Université de Lille*.
Gr. : = 25.

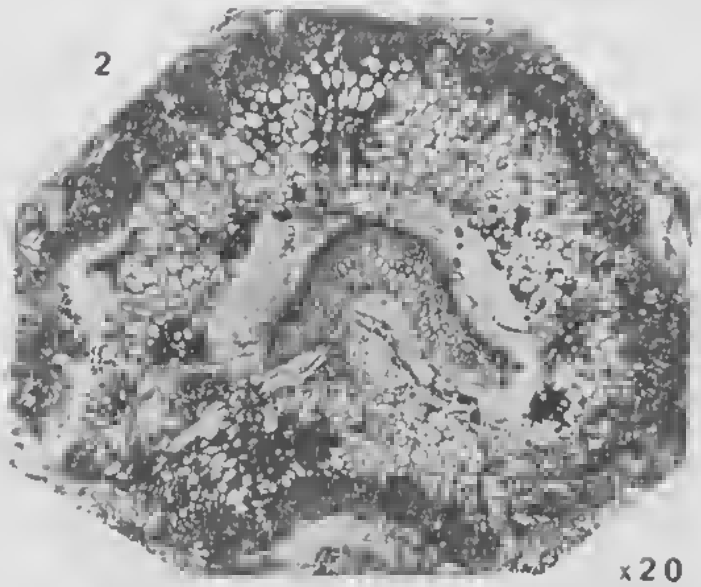
FIG. 6. – *Lyginorachis taitiana* Kidston.
Lame mince n° 199.
Origine : *Grande-Bretagne*.
Niveau : *Coal Measures*.
Collection : *Londres (British Museum)*.
Gr. : = 30.

Source : MNHN, Paris

1

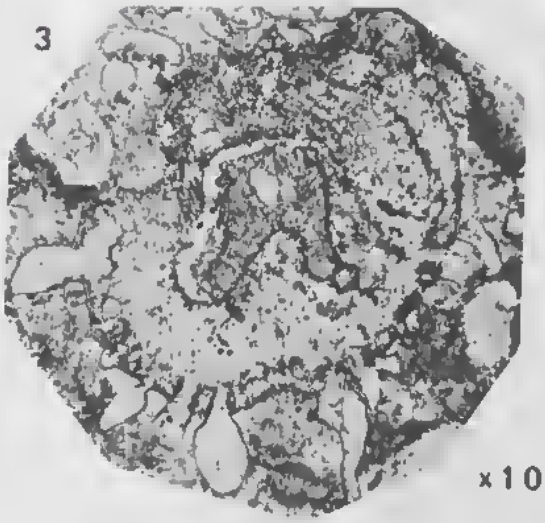
x 20

2



x 20

3

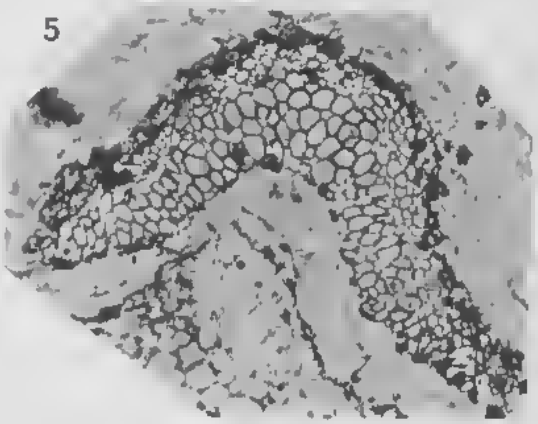


x 10

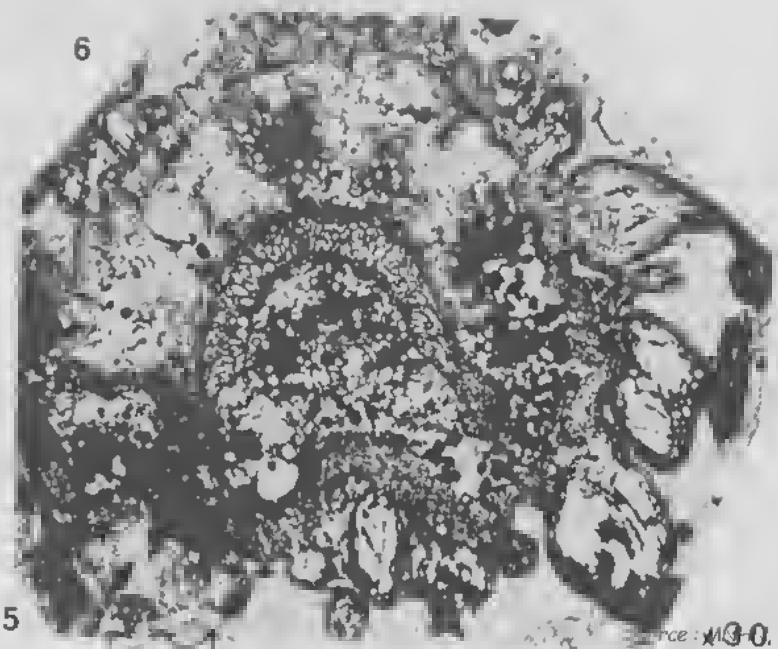
4

x 8

5



6



x 25

ce : MNHN, Paris

PLANCHE 155

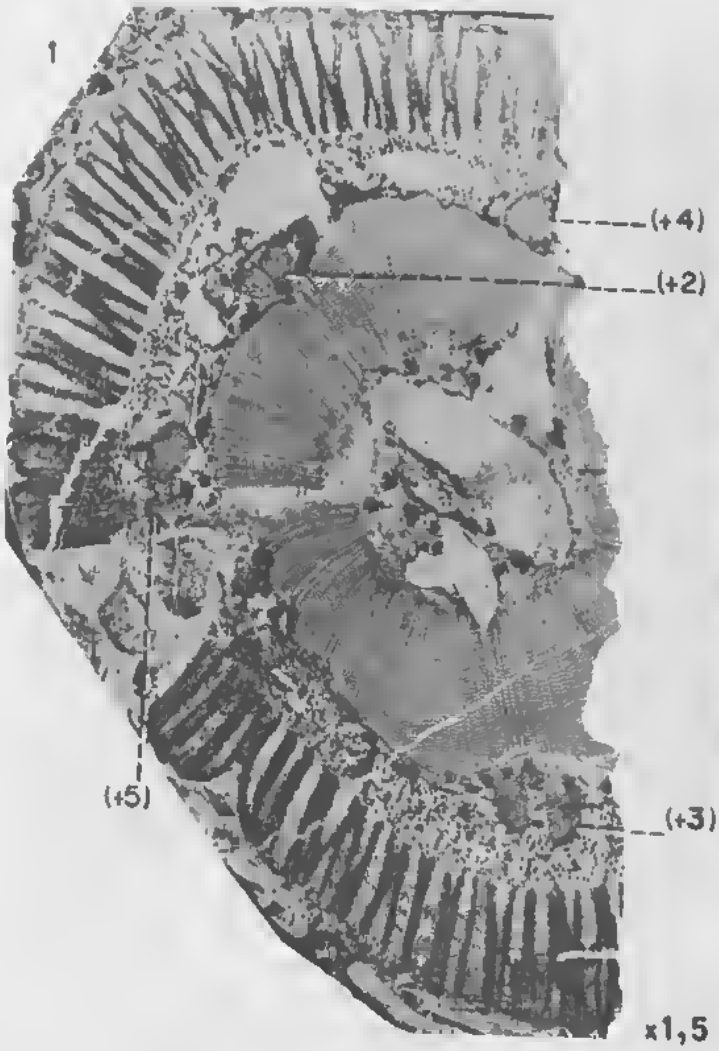
Lyginopteris sp. I.

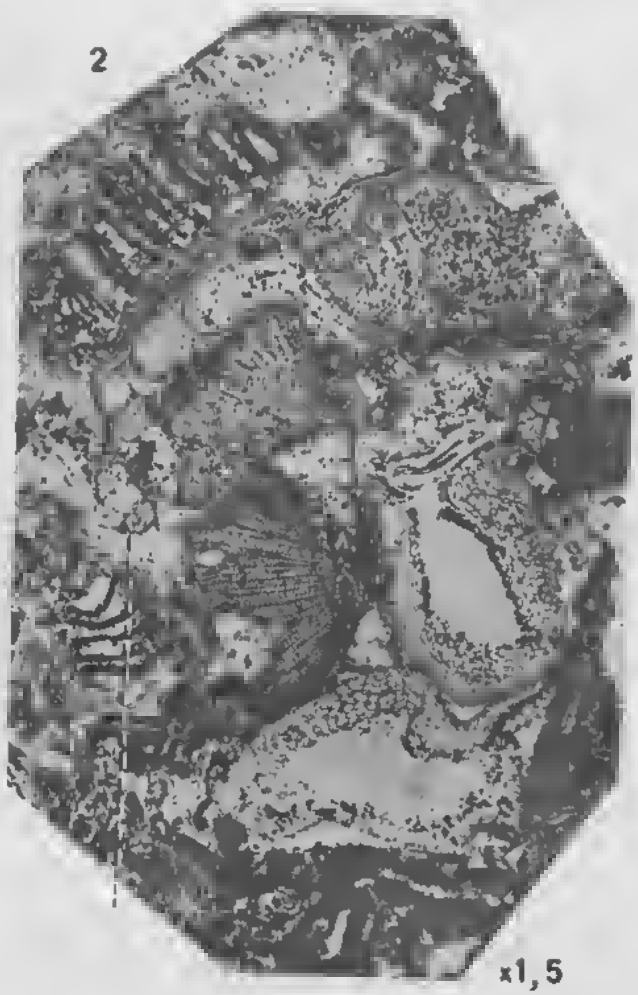
FIG. 1. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° 2177.
Origine : *Shore Littleborough (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 1,5.

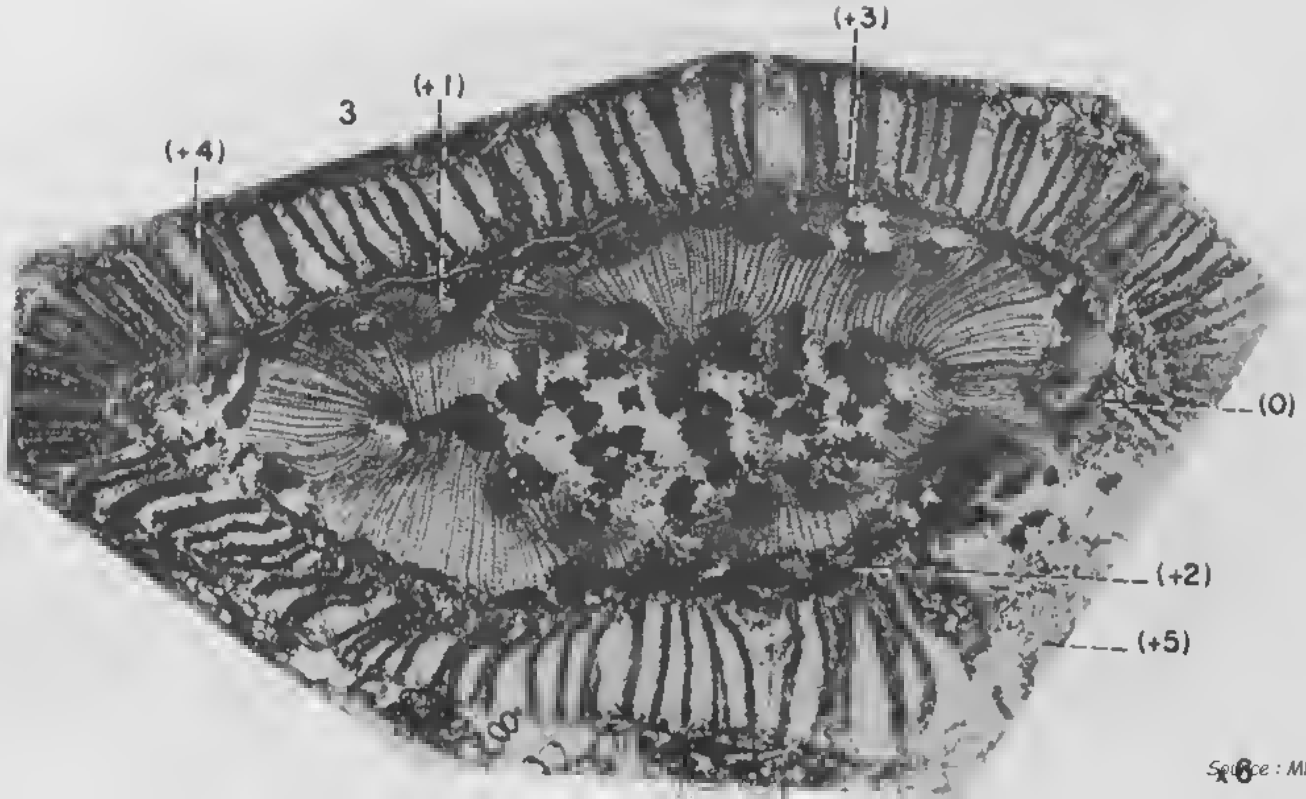
FIG. 2. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° 2088.
Origine : *Halifax (Yorkshire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Glasgow.*
Gr. : = 1,5.

FIG. 3. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° 32.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Source : MNHN, Paris







Source : MNHN, Paris

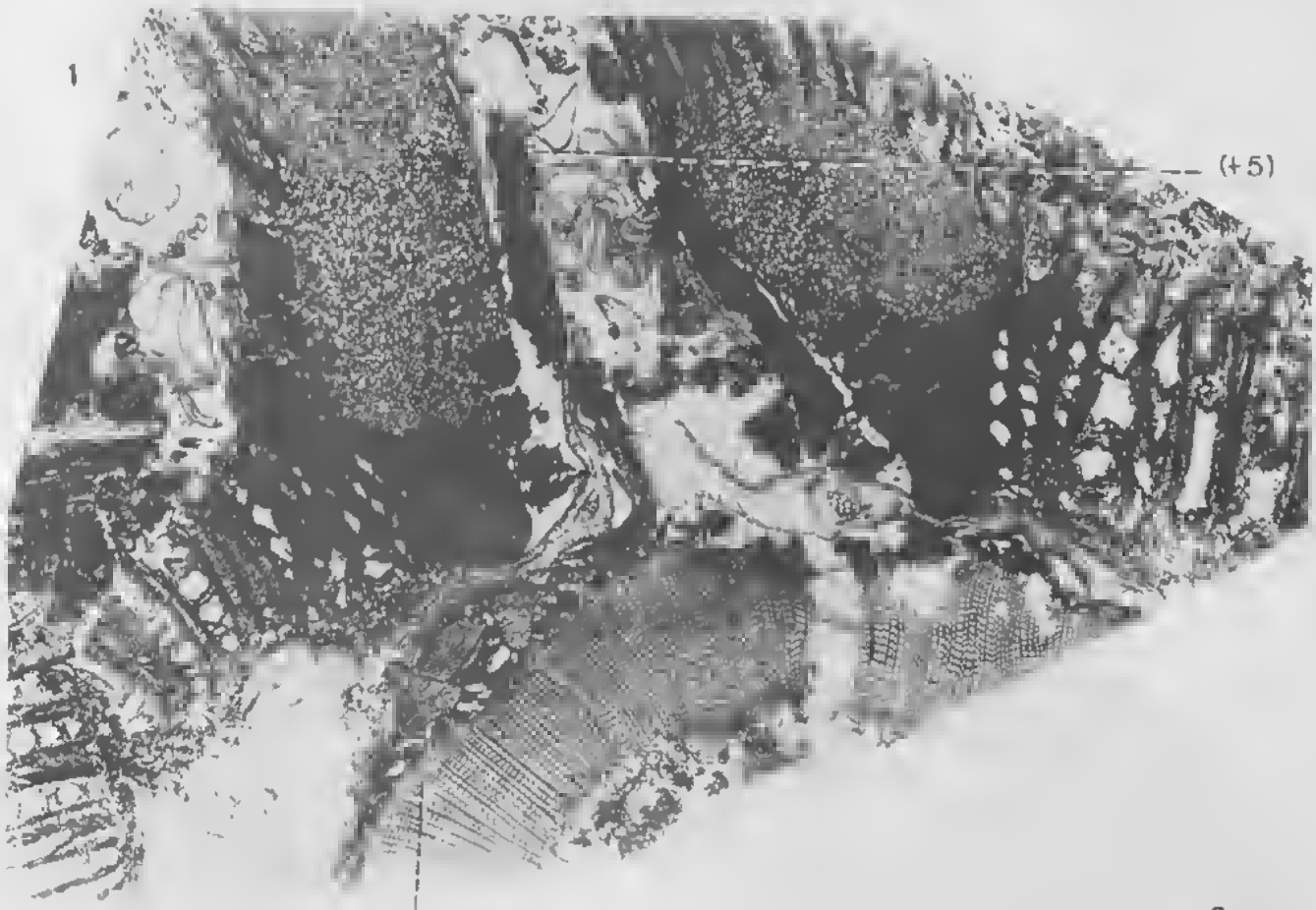
PLANCHE 156

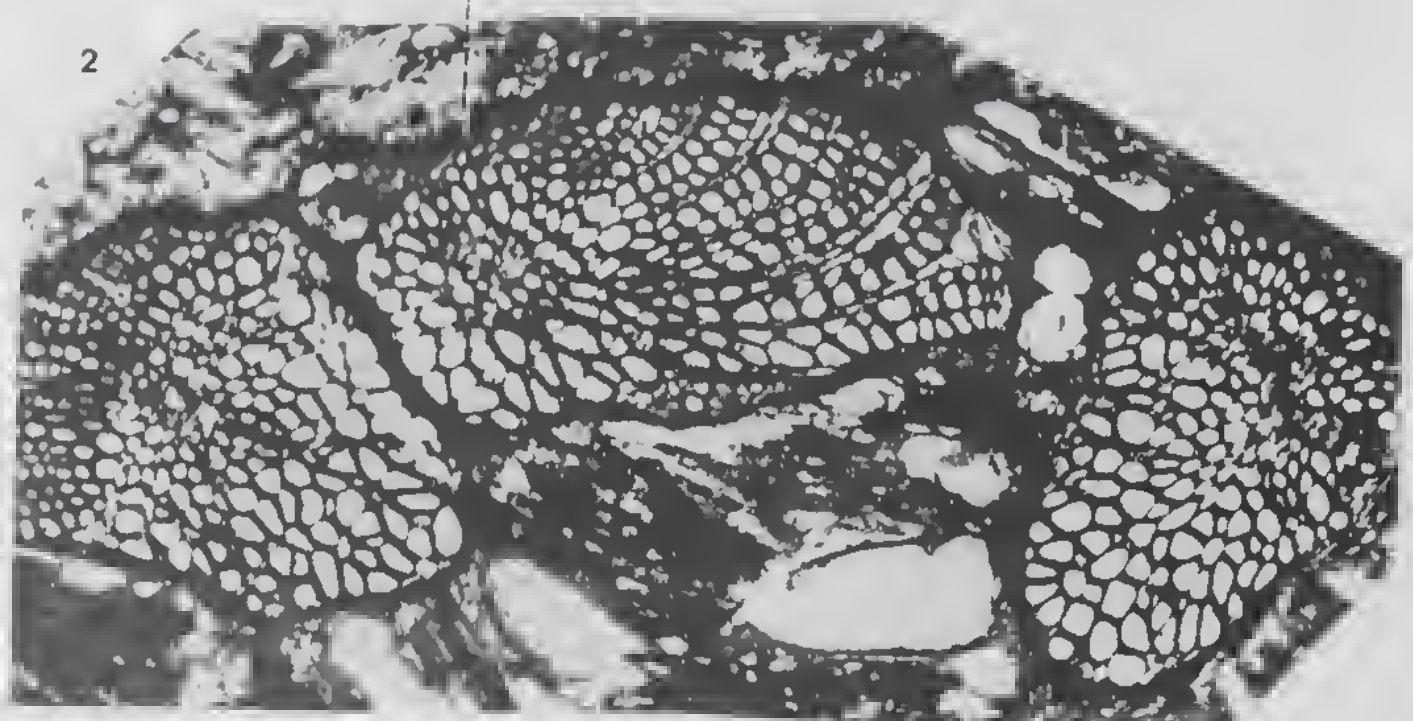
Lyginopteris sp. I.

Fig. 1. – Coupe transversale d'un fragment de tige.
Lame mince n° 28.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 6.

Fig. 2. – Détail du faisceau (+ 2) de la tige figurée pl. 156, fig. 2.
Lame mince n° 28.
Origine : *Angleterre.*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Université de Lille.*
Gr. : = 50.

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 157

Lyginopteris sp. I.

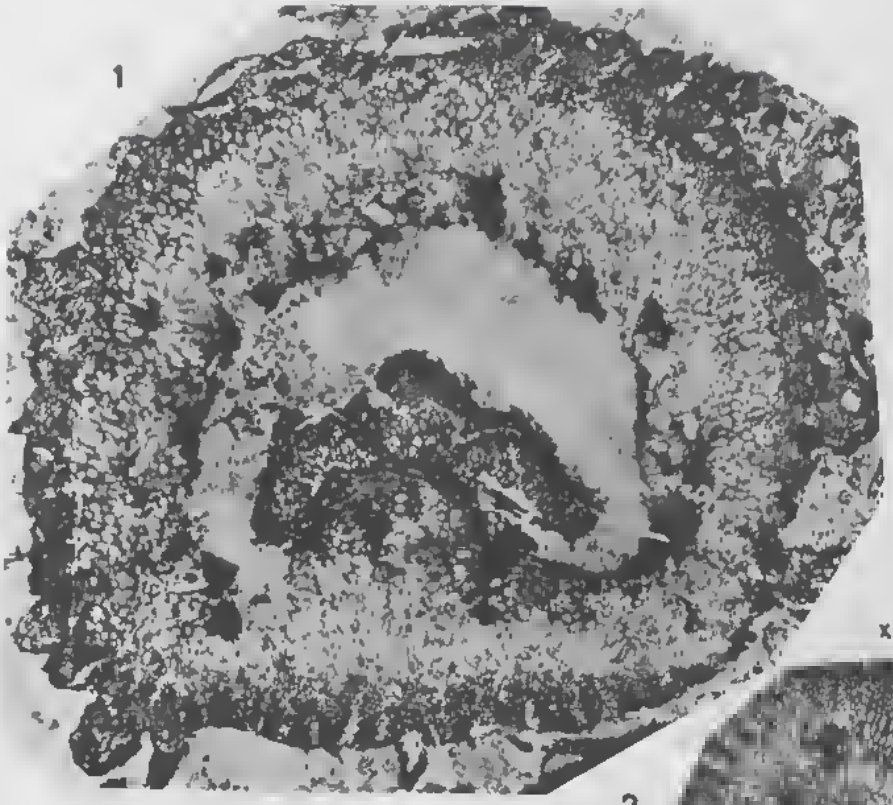
Fig. 1. – Coupe transversale d'un pétiole.
Lame mince n° 55 C.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 15.

Fig. 2. – Coupe transversale d'un pétiole.
Lame mince n° 10 k.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Gr. : = 15.

Fig. 3. – Coupe transversale d'un pétiole.
Lame mince n° 104 M.
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Gr. : = 10.

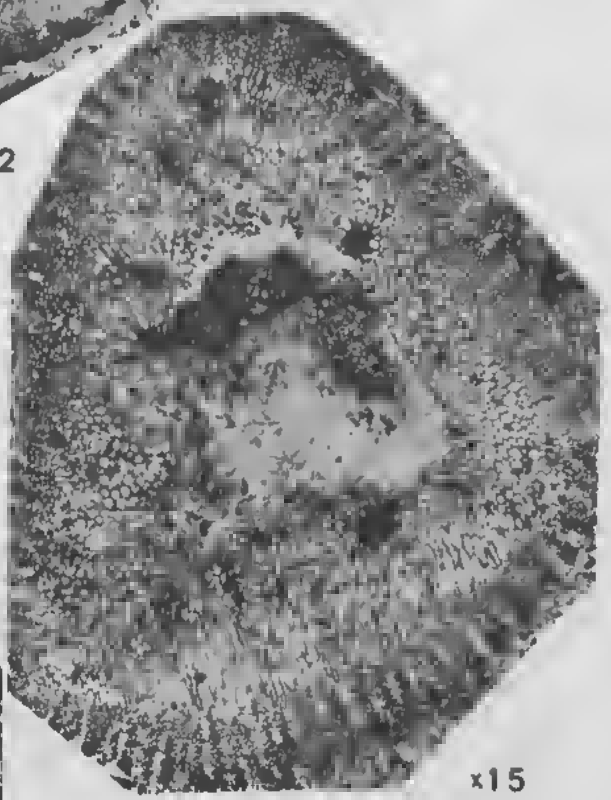
Fig. 4. – Détail du bois primaire d'un pétiole.
Lame mince n° 55 y (165).
Origine : *Haute-Silésie.*
Niveau : *Coaksflöz.*
Collection : *Université de Graz.*
Gr. : = 20.

Source : MNHN, Paris



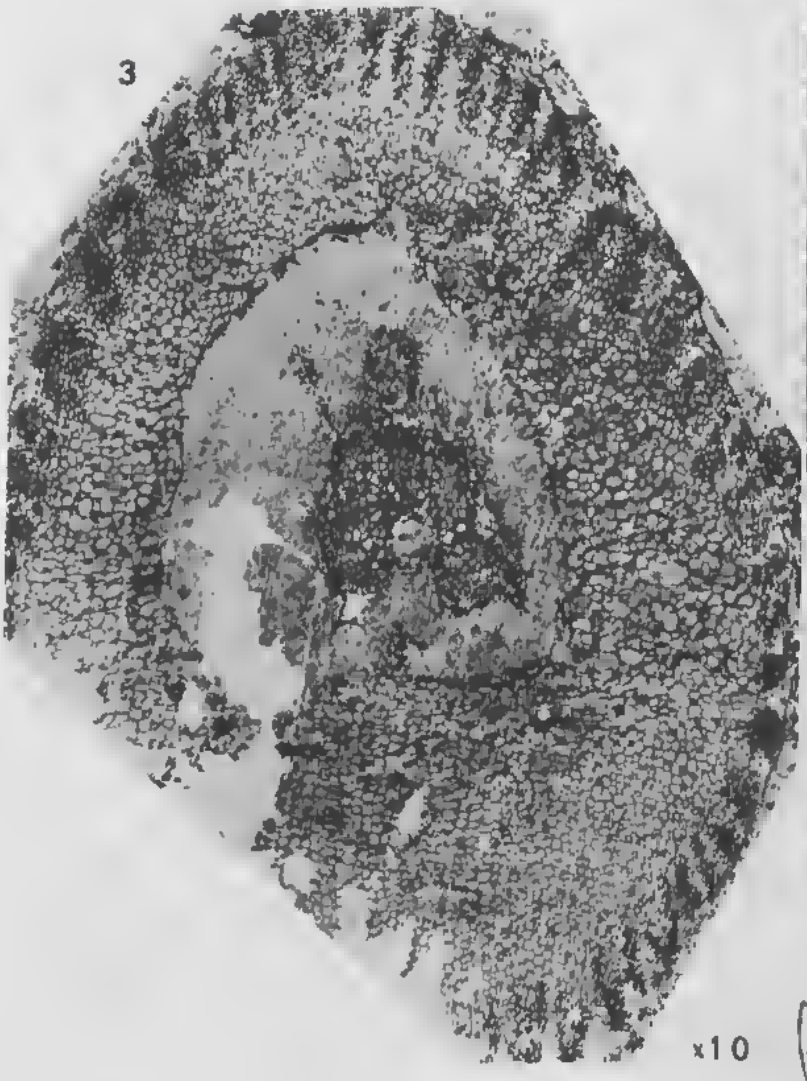
1

x15



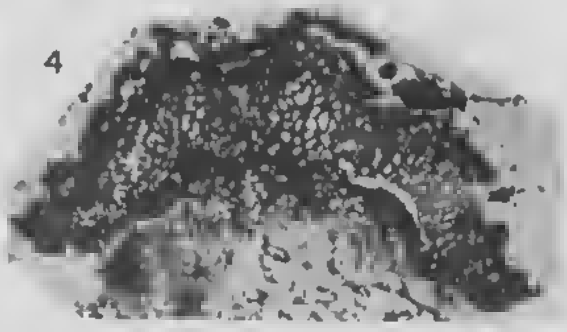
2

x15



3

x10



4

x20

BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE 158

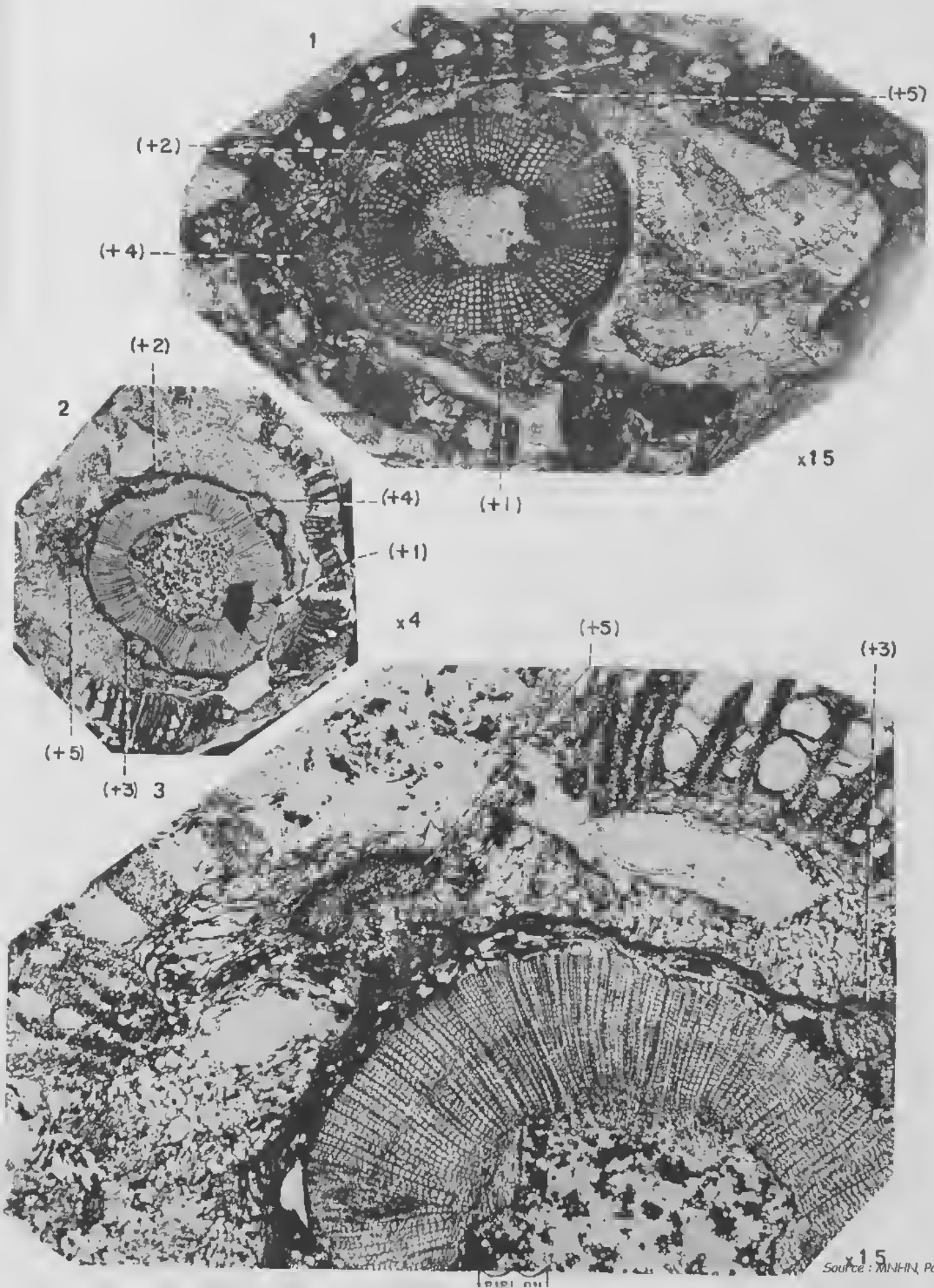
Lyginopteris sp. II.

Fig. 1. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° M 82.
Origine : *Ruhr.*
Niveau : *Finefrau Nebenbank.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 15.

Fig. 2. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° M 40.
Origine : *Dulesgate (Lancashire).*
Niveau : *Coal Measures.*
Collection : *Londres (University College).*
Gr. : = 4.

Fig. 3. – Coupe transversale d'une tige.
Lame mince n° 23.
Origine : ?
Niveau : ?
Collection : *Université de Munich.*
Gr. : = 15.

Source : MNHN, Paris

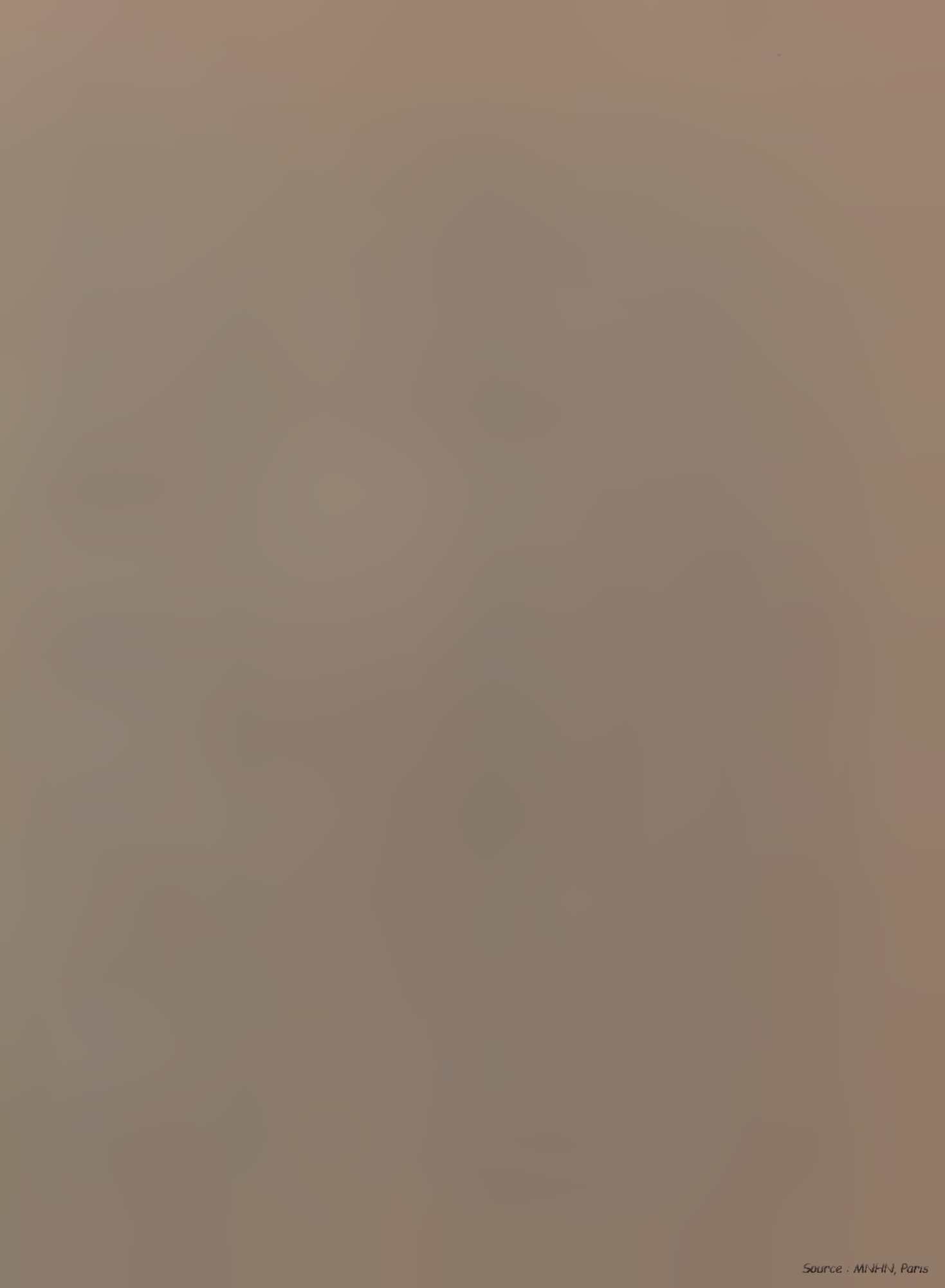


Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Les Mémoires du Muséum National d'Histoire naturelle paraissent sans périodicité fixe. Chaque volume est formé d'un nombre variable de fascicules, publiés isolément et ne contenant qu'un seul mémoire.

Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs travaux, brochés et sous couverture. Ils s'engagent à ne pas les mettre dans le commerce.

Les fascicules sont en vente aux *Editions du Muséum National d'Histoire naturelle*, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris (5e).

Compte chèque postal : PARIS 9062-62.

ÉDITIONS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris

Archives du Muséum National d'Histoire naturelle (commencées en 1802 comme *Annales du Muséum National d'Histoire naturelle*). Un volume in-4e par an.

Bulletin du Muséum National d'Histoire naturelle (commencé en 1895). Un volume in 8e par an.

Mémoires du Muséum National d'Histoire naturelle, nouvelle série (commencée en 1936). In-8e, sans périodicité fixe.

Publications du Muséum National d'Histoire naturelle (sans périodicité fixe). Paraît par fascicules in-8e.

Adansonia (commencées en 1909 comme *Notulae systematicae*) (Directeurs : MM. H. Humberl et A. Aubréville, laboratoire de Phanérogamie). In-8e, sans périodicité fixe.

Index seminum in Hortis Musei parisiensis collectorum (Service de Culture). Paraît depuis 1822. Echange.

Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée (Secrétaires : MM. J.-F. Leroy et J. Carayon). Paraît depuis 1954.

Revue Algologique (Directeurs : MM. H. Lami et P. Bourrelly, laboratoire de Cryptogamie). Paraît depuis 1924; in-8e.

Revue Bryologique et Lichénologique (Directeur : Mme Allorge, laboratoire de Cryptogamie). Paraît depuis 1874; in-8e.

Revue de Mycologie, anciennement *Annales de Cryptogamie exotique* (Directeur : M. R. Heim). Paraît depuis 1928; in-8e.

Mammalia (Directeur : M. J. Dorst, laboratoire de Mammalogie). Paraît depuis 1936, in-8e.

Bulletin du Laboratoire maritime du Muséum National d'Histoire naturelle, à Dinard (Directeur : M. R. Heim, laboratoire maritime de Dinard). Paraît depuis 1928, in 8e.

Travaux du Laboratoire de « La Jaysinia » Directeur : M. H. Humberl, laboratoire de Phanérogamie). Paraît par fascicules in-8e.

Printed in France. *Le Directeur-Gérant :* Professeur CHABAUD.

8449 Imp. LAHURE, 9, rue de Fleurus Paris (6e)

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris